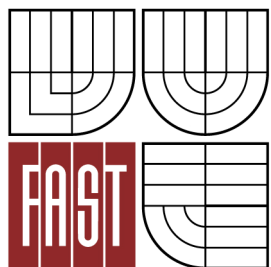




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# ENERGETICKÉ HODNOCENÍ PŮDNÍHO PROSTORU BYTOVÉHO DOMU

ENERGY EVALUATION OF APARTMENT BUILDING'S ATTIC SPACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

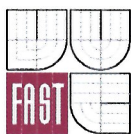
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MAREK SLUKA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2014




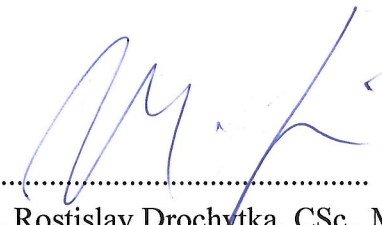
# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Marek Sluka
<b>Název</b>	Energetické hodnocení půdního prostoru bytového domu
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2013
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

 ..... doc. Ing. Jiří Hirš, CSc. Vedoucí ústavu	 ..... prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA Děkan Fakulty stavební VUT
---	--



### **Podklady a literatura**

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. České i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu

### **Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)**

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

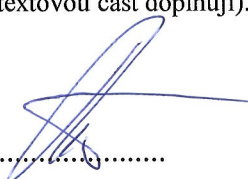
analýza objektu – zjištění aktuálního stavu prostoru, koncepční řešení TZB prostoru, tepelné bilance, vypracování energetického průkazu prostoru

C. Projekt – vypracování variant úprav stavební části a TZB řešeného prostoru (půdorysy + řezy, popis technického řešení)

### **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....  
  
doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá energetickým hodnocením půdní vestavby bytového domu na ulici Křenové v Brně. Výsledky budou porovnány s hodnotami spotřeb energie v uplynulých letech. Hlavním úkolem je návrh energeticky úspornějšího řešení zadaného prostoru. V teoretické části bude pojednáno o chladivech pro kompresorový chladicí okruh a výsledkem bude volba chladiva pro optimalizované řešení prostoru.

## **Klíčová slova**

Chladivo, kompresorový chladicí okruh, vlastnosti chladiv, půdní vestavba, energetické hodnocení, úsporné řešení,

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with energy evaluation of apartment building's attic space at Křenová Street in Brno. The results will be compared with energy consumption values, measured during the last years. The main task is to suggest a more energy efficient solution to the evaluated space. Refrigerants for compression cooling system will be described in the theoretical part of the thesis and, as a result, a refrigerant for the optimized solution will be specified.

## **Keywords**

Refrigerant, compression cooling system, refrigerant characteristics, attic space, energy evaluation, energy-saving solution

## **Bibliografická citace VŠKP**

Marek Sluka *Energetické hodnocení půdního prostoru bytového domu*. Brno, 2014. 59 s., 79 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2014

.....  
podpis autora  
Marek Sluka

## **Poděkování**

Mé veliké díky patří vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady. Dále děkuji své partnerce a rodině za podporu a v neposlední řadě také majiteli hodnoceného prostoru za vstřícnost a ochotu spolupracovat.

# Obsah

Úvod.....	10
A. Teorie.....	11
A.1 Chladicí okruh.....	12
A.1.1 Clausius-Rankinův cyklus .....	12
A.1.2 Chladicí a topný faktor .....	14
A.2 Vlastnosti chladiv.....	15
A.2.1 Látkové vlastnosti .....	15
A.2.2 Vliv na životní prostředí .....	17
A.3 Označování chladiv .....	18
A.4 Dělení chladiv .....	19
A.4.1 Přírodní chladiva.....	19
A.4.2 Halogenované uhlovodíky (freony).....	20
A.5 Náhrada chladiva R 22 .....	23
A.5.1 Chladivo R 22 .....	23
A.5.2 Způsob nahrazování chladiv .....	23
B. Výpočtová část.....	25
B.1 Umístění a charakteristika prostoru .....	26
B.2 Obvodové konstrukce.....	29
B.3 Okna .....	29
B.4 Vytápění .....	29
B.5 Teplá voda.....	30
B.6 Chlazení.....	30
B.7 Osvětlení a elektrické spotřebiče .....	31
B.8 Vliv venkovní teploty na spotřebu plynu a elektřiny .....	31
B.9 Roční spotřeby .....	34
B.10 Posouzení energetické náročnosti v programu Energie 2013.....	36



B.11	Výsledky .....	40
B.11.1	Vytápění .....	40
B.11.2	Teplá voda .....	41
B.11.3	Elektrická energie (chlazení a osvětlení) .....	41
B.11.4	Klasifikace budovy .....	42
C.	Projekt .....	47
C.1	Volba řešení .....	48
C.2	Doporučená opatření .....	49
C.2.1	Zateplení obvodových konstrukcí .....	49
C.2.2	Nová okna .....	51
C.2.3	Tepelné čerpadlo .....	51
C.3	Posouzení .....	52
C.3.1	Úspora energie na vytápění .....	52
C.3.2	Úspora energie na chlazení .....	53
C.3.3	Celková energie .....	54
C.3.4	Klasifikace obálky budovy .....	54
	Závěr .....	55
	Použité zdroje .....	57
	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	58
	Seznam příloh .....	59

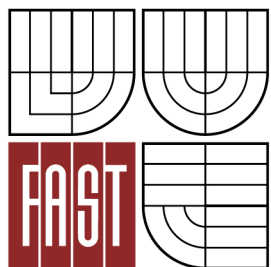
## Úvod

Tématem bakalářské práce je energetické hodnocení zadaného prostoru a následná optimalizace řešení. Jako prostředek byl zvolen průkaz energetické náročnosti dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. Jeho vypracování se stává nedílnou součástí procesu výstavby, změny, prodeje či pronájmu budovy a tím pádem také základní znalostí každého energetického specialisty. Účel vypracování u daného podstřešního prostoru je pouze informativní, ale bude později využit pro zvážení vhodné varianty plánovaného rozšíření.

Cílem této práce je především osvojení si programu, který zpracování průkazu energetické náročnosti umožňuje, a porozumění výpočetním vztahům a podkladům, se kterými pracuje. To předpokládá mimo jiné znalost výše zmíněné vyhlášky a na ni navazujících technických norem. Veškeré znalosti si chci ve výpočtové části prověřit na zadaném podkrovním prostoru a následně zkontrolovat správnost vypočtených hodnot s těmi, které byly v prostoru skutečně naměřeny. V projektové části poté navrhnou a posoudím energeticky úspornější řešení, vycházející ze současných trendů v této oblasti. Mezi ně patří hlavně výměna chladicích jednotek používajících regulovaná chladiva typu HCFC za systémy pracující s látkami s menším negativním dopadem na životní prostředí. Problematikou chladiv se proto budu zabývat v teoretické části práce.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ PŮDNÍHO PROSTORU BYTOVÉHO DOMU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MAREK SLUKA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

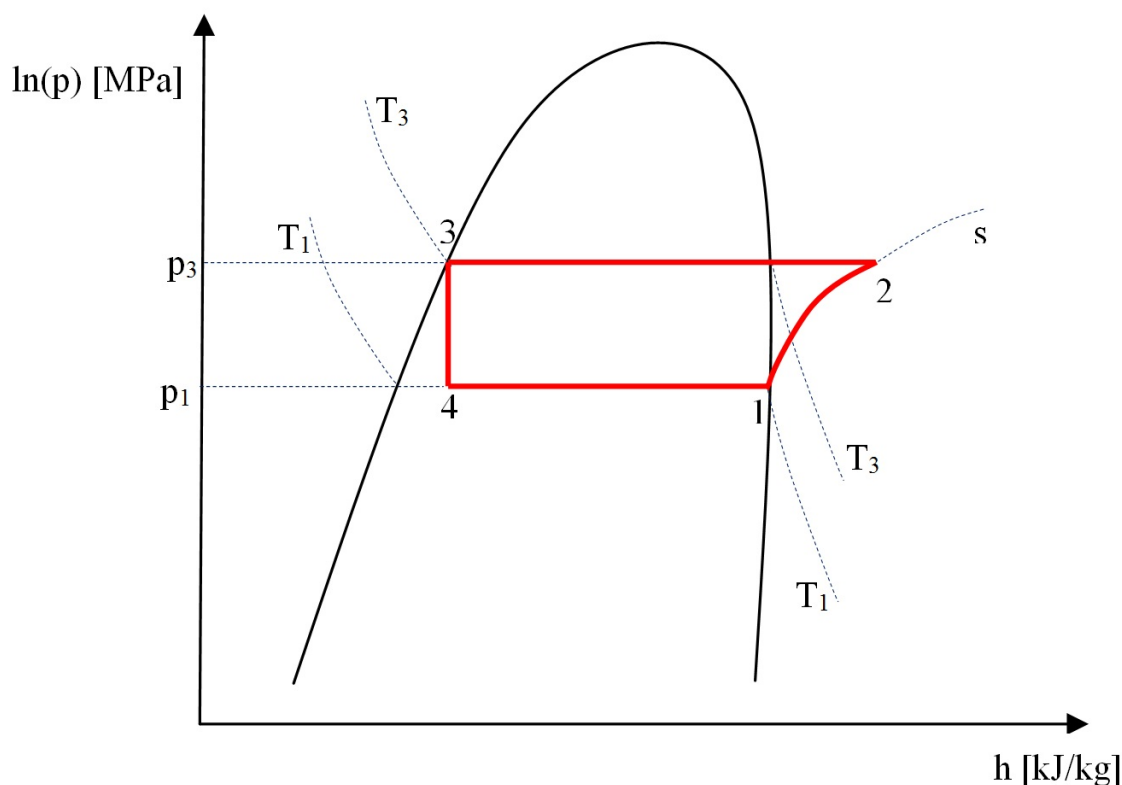
BRNO 2014

## A.1 Chladicí okruh

Jak již bylo zmíněno v úvodu, v teoretické části práce se pokusím blíže představit problematiku chladiv. Pro lepší pochopení tohoto tématu je potřeba se ale nejdříve zaměřit na základy chladicí techniky. Účel chlazení v obytných místnostech je jasný: udržení tepelné pohody v interiéru nezávisle na venkovní teplotě, tedy především za teplého počasí. Chladicí technika se samozřejmě využívá ve značné míře i v jiných odvětvích jako potravinářství, chemický průmysl, zdravotnictví, sportovní haly s kluzištěm a mnoha dalších. Vzhledem k zaměření bakalářské práce ale více rozvedu pouze chlazení obytných prostor.

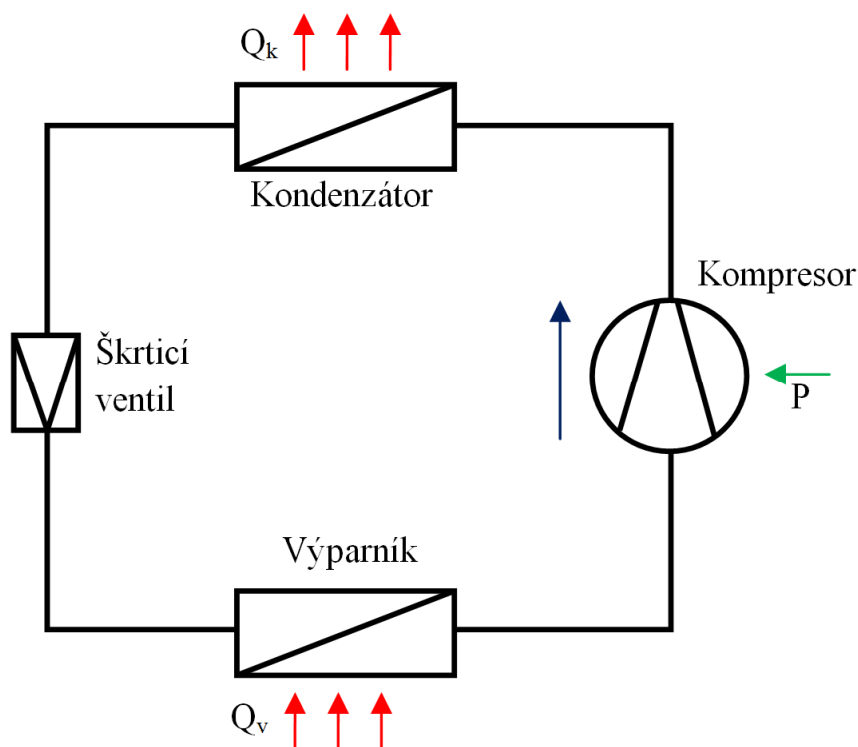
### A.1.1 Clausius-Rankinův cyklus

U strojního chlazení se nejběžněji můžeme setkat s jednotkami pracujícími na principu parního kompresorového cyklu, jako v případě hodnoceného prostoru. Jak již název napovídá, je potřeba aby se pracovní látka v tomto cyklu vypařovala. Na stejném základu funguje také oběh proudový nebo sorpční. Idealizovanou podobu parního cyklu představuje obrácený Clausius-Rankinův oběh, jehož znázornění je vidět na Obr. 1.



Obr. 1

Na tepelném diagramu chladiva  $\ln(p)$ - $h$  vidíme mezní křivku (černý oblouk), která ohraničuje oblast mokré páry daného chladiva. Vlevo od této křivky má chladivo skupenství kapalné a vpravo se jedná o přehřátou páru. Obrácený Clausius-Rankinův cyklus, vyobrazený červeně, začíná v bodě 1. Odtud se adiabatickou kompresí (zvyšováním tlaku) dostává do bodu 2 po tzv. izoentropě – křivka s konstantní hodnotou entropie  $s$  [J/K]. Látka zvyšuje svoji entalpii  $h$  [kJ/kg], neboli vnitřní tepelnou energii a zvětšuje se také její teplota. Následně chladivo s konstantním tlakem sníží svoji teplotu na hodnotu  $T_3$  na obrázku. Z přehřáté páry se stává zpět pára mokrá. Poté nadále snižuje svoji entalpii se stejnou teplotou i tlakem až do bodu 3. Odtud se pomocí izoentalpického škrcení snížením teploty a tlaku dostává pracovní látka do bodu 4. Do počáteční polohy v grafu 1 se pak posouvá zvýšením entalpie za konstantní teploty a tlaku.



Obr. 2

V praxi se výše popsané děje odehrávají ve čtyřech zařízeních zapojených do okruhu – viz Obr. 2. Mezi body 1 a 2 je umístěn kompresor. Z něj se chladivo dostává skrz kondenzátor do bodu 3. Následuje jeho expanze ve škrticím ventilu a poté prochází z bodu 4 zpět na začátek výparníkem. Skutečný cyklus je ovlivňován tepelnými a tlakovými ztrátami a nemůže tedy dosáhnout efektivity Clausius-Rankinova oběhu, avšak pro jednoduchost se budu nadále odkazovat na toto idealizované znázornění.

Smysl celý oběh získá, když pochopíme, s jakými teplotami pracuje. Nesmíme zapomínat na druhý termodynamický zákon, který říká, že teplo předává samovolně pouze teplejší těleso tělesu chladnějšímu. V případě, že se tedy jedná o proces chlazení, tak výparník je umístěn v budově. V tomto výměníku je odevzdáváno teplo z místnosti do proudícího studenějšího chladiva. To má na konci přibližně teplotu interiéru. V kompresoru se nárůstem tlaku zvýší i teplota média a to nad teplotu venkovního prostředí. Odpadní teplo se poté předává do okolí v kondenzátoru. Tím se teplota o něco sníží a dále pak v expanzním zařízení chladivo získává teplotu menší, než jaká je uvnitř ochlazované místnosti.

Pokud je cílem parního cyklu v zimním období topit, výparník se umístí do exteriéru a kondenzátor naopak do budovy. Vše poté probíhá ve stejném smyslu jako dříve. Pracovní látka vstupuje do kondenzátoru s vyšší teplotou, než jakou má interiér. Odevzdá část svého tepla a ochladí se. Svou teplotu pak sníží v expanzním zařízení až pod hodnotu, kterou má venkovní prostředí. Ve výparníku se pak chladivo ohřeje a práci dokončí kompresor, který zvyšuje teplotu chladiva nad tu, která je požadována v místnosti.

Vzhledem k tomu, že rozdíl teplot uvnitř a vně budovy je v zimě větší, má vytápění budovy pomocí tepelného čerpadla jisté nedostatky. Není totiž schopno vyprodukovat médium o takové teplotě jako například plynový kotel a hodí se tedy více pro podlahové vytápění. Se snižující se venkovní teplotou ale hlavně zmenšuje čerpadlo svoji účinnost. Většinou se proto k tepelnému čerpadlu pořizuje tzv. bivalentní zdroj energie. Často stačí jednoduchá topná elektrická tyč, která podporuje či nahrazuje čerpadlo v případě extrémně nízkých venkovních teplot.

V třetí části bakalářské práce je jako jedno z opatření navrhováno právě tepelné čerpadlo, které podporuje i režim chlazení v teplých měsících. Jako bivalentní zdroj bude v tomto případě sloužit stávající plynový kotel.

### **A.1.2 Chladicí a topný faktor**

Jedná se o základní vlastnost zařízení, která představuje jeho energetickou účinnost. V případě chlazení se značí EER (Energy Efficiency Ratio) a u vytápění COP (Coefficient Of Performance). Počítá se jako poměr chladicího (topného) výkonu k příkonu zařízení. Proto čím větší toto číslo je, tím lépe je schopno zařízení zužítkovat

energii okolí. Vedle dílčích vlastností jednotlivých komponent stroje jeho hodnotu značně ovlivňují parametry samotného chladiva.

## A.2 Vlastnosti chladiv

Chladivo svými vlastnostmi ovlivňuje mimo jiné účinnost a rozměry dílů stroje, volbu oleje do kompresoru či vliv na životní prostředí a tím pádem i oblast a míru použití. Neexistuje jedno ideální chladivo a proto jeho volba pro dané provozní podmínky a požadavky není jednoduchá.

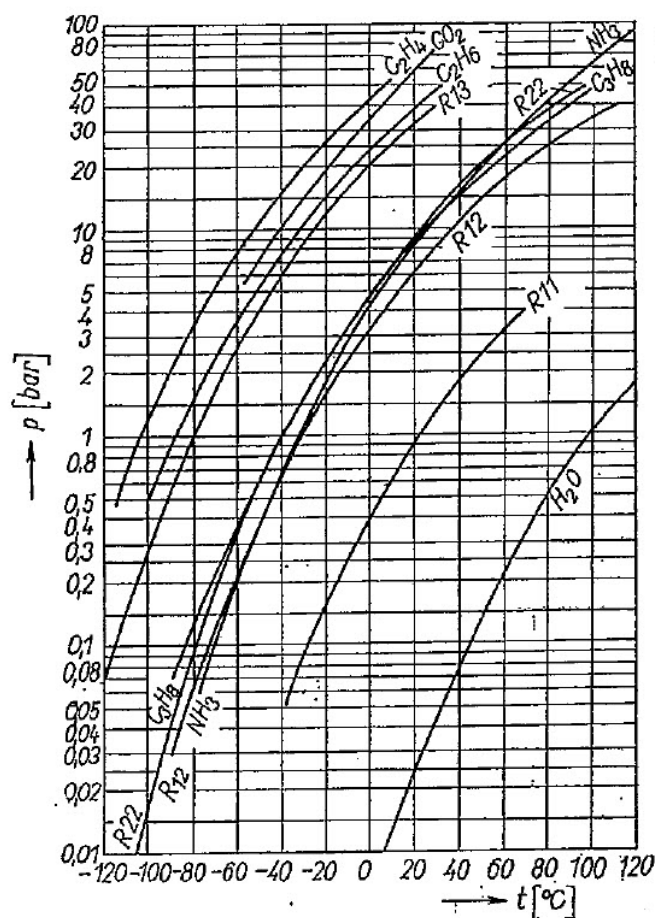
### A.2.1 Látkové vlastnosti

- $q$  [ $\text{kJ/m}^3$ ] – objemová chladivost

Množství tepla, které přechází ve výparníku do chladiva, aby vznikl  $1 \text{ m}^3$  syté páry. Čím vyšší tato hodnota u chladiva je, tím méně je ho v okruhu potřeba pro dosažení stejného výkonu. Zmenšují se tedy rozměry rozvodů a kompresoru. [1]

- **Pracovní tlak**

Na Obr. 3 je znázorněna závislost tlaku a teploty sytých par běžných chladiv. Je dobré si povšimnout zejména porovnání chladiv s vodou, která vře při  $100^\circ\text{C}$  za tlaku 1 bar (přibližně atmosférický tlak). Tyto křivky názorně ukazují, jakých teplot jsme schopni při daném tlaku dosáhnout a tedy i vhodnost chladiv pro jednotlivé aplikace. Ideální je pohybovat se u strojního chlazení mezi 1 a 2 bary. [1]



Obr. 3 [1]

- **Tepelná vodivost, měrná tepelná kapacita a viskozita**

Spolu s dalšími látkovými vlastnostmi určují především součinitele přestupu tepla, neboli jak rychle se bude předávat teplo druhé látce, a dále např. průtočné odpory. [1]

- **Rozpustnost a mísitelnost s oleji**

Olej se v chladicím okruhu vyskytuje kvůli kondenzátoru, kde zaručuje správný a dlouhodobý chod. Maže písty, pohon, či pracovní ventily. Rozpuštění maziva v chladivu sice nemá negativní vliv na chod zařízení, znemožňuje ale následné jednoduché oddělení při vypouštění chladiva. Dobrá mísitelnost pak zaručuje, že se olej v okruhu nezadržuje a je spolehlivě transportován zpět do kondenzátoru. [2]

- **Rozpustnost s vodou**

Voda uvnitř zařízení zapříčiňuje korozi kovových částí a může vést až k zadrhnutí kondenzátoru. Klade se proto důraz na minimalizaci jejího vniku do okruhu. Když už se tak ale stane, rozpuštěním v chladivu se zajistí, že volná voda nezamrzne v nejužším místě, tedy ve škrticím ventilu, kde může narušit funkčnost zařízení. [1]

- **Bezpečnostní vlastnosti**

Výbušnost, hořlavost a jedovatost pracovní látky významně ovlivňují její použití. Podle normy ČSN EN 387-1 se dělí do skupin A a B podle toxicity a dále do skupin 1, 2 a 3 podle dolní meze hořlavosti při atmosférickém tlaku a pokojové teplotě:

- A – nemá při koncentraci 400 ppm nepříznivé účinky na pracovníky denně vystavené této látce
- B – při stejné koncentraci tyto nežádoucí účinky má
- 1 – nehořlavá při jakékoli koncentraci ve vzduchu
- 2 – hořlavá při větší než 3,5% objemové koncentraci se vzduchem
- 3 – hořlavá při menší než 3,5% objemové koncentraci

Chladiva se tedy označují A1 jako nejedovaté a nehořlavé až B3 jako vysoce hořlavé a jedovaté. [3]

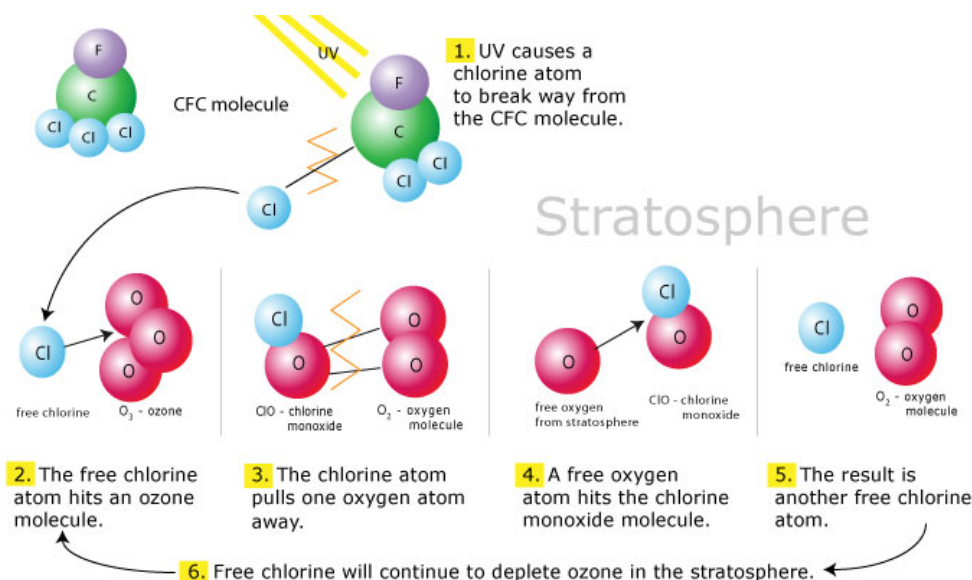


### A.2.2 Vliv na životní prostředí

V dnešní době je stále důležitější, jak se bude chladivo chovat k životnímu prostředí při úniku ze zařízení. Legislativa proto postupně omezuje a zakazuje použití látek, které jej mohou poškozovat.

- **ODP [-]** – Ozone Depletion Potential (potenciál rozkladu ozonu)

Určuje míru negativního vlivu chladiva na ozonovou vrstvu Země při uvolnění do atmosféry. Hodnocené chladivo je porovnáváno s chladivem R11, které má nejvyšší potenciál z tzv. tvrdých freonů -  $ODP_{R11}$  je tedy rovno 1,0. Ještě větší potenciál poškozovat ozonovou vrstvu mají halony. Jejich ODP se pohybuje mezi 3,0 a 10 a byly využívány hlavně v požární technice. Od roku 1995 však platí zákaz tyto látky do České republiky dovážet. [4]



Obr. 4 [5]

Na Obr. 4 je názorně vysvětleno, jak chlor v molekule plynu CFC (bude vysvětleno v A.4.2.1) ničí molekuly ozonu. Ultrafialové záření odštěpí z molekuly chlor, který naváže jeden atom kyslíku z ozonu –  $O_3$  a vytvoří tak běžnou molekulu kyslíku  $O_2$  a tzv. paramagnetický radikál (s volným elektronovým párem)  $ClO$ . Z něj se po nárazu volného atomu kyslíku za vzniku další molekuly  $O_2$  chlor oddělí a může rozložit další molekulu ozonu. Tento koloběh se opakuje s jedním atomem chloru až 100 000krát, dokud se nedostane do jiné vrstvy atmosféry, odkud ho déšť snáší na zem. [6]

Oslabená ozonová vrstva má za následek průnik karcinogenního ultrafialového záření skrz atmosféru. Momentálně je tedy ODP jedna ze směrodatných vlastností, která určuje, zda se chladivo bude vůbec smět používat.

- **GWP [-]** – Global Warming Potential (potenciál globálního oteplování Země)  
Představuje velikost účinku chladiva na oteplování Země v případě jejího úniku do ovzduší. Vztahuje se k určitému časovému intervalu, nejběžněji 100 let. Jedná se opět o poměrnou hodnotu, kdy referenční látkou je R744 neboli  $\text{CO}_2$ , které má  $\text{GWP} = 1,0$ . [4]
- **TEWI [-]** – Total Equivalent Warming Impact (celkový ekvivalentní dopad na globální oteplování)  
Počítá se stejně jako GWP, tedy jako násobky vlivu 1 kg  $\text{CO}_2$  působícího po dobu 100 let na globální oteplování. Představuje však účinek celého zařízení za dobu jeho životnosti. Zohledňuje tak i únik chladiva a množství oxidu uhličitého uniklého při výrobě energie, kterou dané zařízení spotřebovalo. [4]

### A.3 Označování chladiv

Vzhledem ke složitosti chemických značek některých látek používaných jako chladiva určila Mezinárodní normalizační organizace ISO jednodušší a přehlednější způsob jejich označování. Na začátku se používá nejčastěji písmeno R (z anglického refrigerant neboli chladivo), nebo případně, dle příslušné řeči, slovo „chladivo“. Následují tři číslice XYZ, přičemž pro halogenované uhlovodíky představuje X počet atomů uhlíku minus jeden (v případě že  $X = 0$  se nepíše), Y počet atomů vodíku plus jeden a Z počet atomů fluoru. Pro směsi chladiv se používá označení R 4YZ, když se jedná o zeotropní a R 5YZ pro azeotropní směsi. Poslední dvě číslice se určují dle dohody. Ostatní chladiva se značí R 7YZ a výše, kde YZ je zaokrouhlená molová hmotnost. [1]

- **Azeotropní směs** znamená, že roztok chladiv se chová jako jednosložková látka. Jeho koncentrace zůstává při kondenzaci i vypařování stejná. Látky od sebe nejdou oddělit jednoduchou destilací [4]

- V **zeotropní směsi** si do jisté míry zachovává každá látka své termodynamické vlastnosti a těkavější z nich začíná vřít dříve. Můžeme proto využít jiných vlastností chladiva ve stádiu kapalina-pára než vznikne opět homogenní směs pára-pára. [4]

## A.4 Dělení chladiv

### A.4.1 Přírodní chladiva

Chladiva z této skupiny se vyznačují především malým až žádným negativním vlivem na životní prostředí. Jejich velikou výhodou je také nízká pořizovací cena. Na druhou stranu se v mnoha ohledech nemohou rovnat chladivům neustále zdokonalovaným za použití moderních technologií. Mezi jejich zástupce patří:

- **R 718 (H<sub>2</sub>O)**

Nejlevnější a nejdostupnější látka pro chlazení. Nijak se nepodílí na poškozování ozonové vrstvy ani nepřispívá ke globálnímu oteplování. Díky vysoké měrné tepelné kapacitě má z chladiv nejvyšší hmotnostní chladivost, avšak kvůli velkým měrným objemům (při teplotě  $0 \div 10^\circ\text{C}$  se pohybují mezi 100 a 200 m<sup>3</sup>/kg) má velmi nízkou objemovou chladivost. Při stejné teplotě pracuje také s velmi nízkými tlaky, jen asi  $6 \div 12$  mbar. Viz také Obr. 3 . Následkem toho je voda použitelná v zařízeních, které mohou hospodárně pracovat s velkými průtočnými objemy a při velmi nízkých tlacích. Jedná se hlavně o paroproudá a sorpční zařízení, případně o zařízení se speciálními turbokompresory. [1]

- **R 717 (NH<sub>3</sub>)**

Čpavek je díky výborným termodynamickým vlastnostem jedno z nejdéle používaných a nejrozšířenějších chladiv. Má hned po vodě nejvyšší hmotnostní chladivost a zároveň také velmi vysokou objemovou chladivost. Dokáže pracovat v širokém rozsahu teplot ( $-50 \div +50^\circ\text{C}$ ) a nepoškozuje životní prostředí (ODP = 0, GWP = 0). Jeho výroba je jednoduchá a je tedy velmi levný. Často se používá pro chlazení ledových ploch na stadionech. Amoniak má bohužel také závažné nevýhody. Je hořlavý, výbušný a prudce jedovatý (třída B2). Má velmi pronikavý zápach již při malých koncentracích a uživatelé tak bývají zavčas

varování. Poškozuje především dýchací cesty a oči a již při 0,5% objemové koncentraci je i krátkodobé působení smrtelné. Při styku s vodou vytváří agresivní zásaditý roztok, který napadá hlavně neželezné kovy. [1]

- **R 744 (CO<sub>2</sub>)**

Na rozdíl od amoniaku je oxid uhličitý bezpečný a netečný plyn. ODP = 0, GWP = 1. Má vysoké pracovní tlaky, viz Obr. 3 a kvůli tomu je jeho použití pro strojní chlazení z konstrukčního hlediska komplikované a nevhodné. Dokáže akumulovat velké množství chladu ve formě „suchého ledu“. Hodí se proto například pro přímé chlazení během transportu. [1]

- **Uhlovodíky**

Nejčastěji se jako chladivo používá metan (R 50), etan (R 170), propan (R 290), etylen (R 1150) a propylen (R 1270). Tyto uhlovodíky mají vesměs ODP = 0 a GWP = 3, jsou tedy z hlediska životního prostředí takřka neškodné. Kvůli jejich vysoké hořlavosti a výbušnosti (třída A3, resp. A2 u metanu) se v chladicích zařízeních i přes nízkou cenu nevyskytují často – většinou tam, kde jiná rizika převyšují tato nebezpečí, např. chemický a petrochemický průmysl. [1]

#### **A.4.2 Halogenované uhlovodíky (freony)**

Jedná se o odvozeniny uhlovodíků (nejčastěji metanu a etanu), kde jsou jeden až všechny atomy vodíku nahrazeny alespoň jedním atomem fluóru a zbytek může být nahrazen chlorem či bromem. Jejich vývoj sahá do roku 1930, kdy byl vytvořen první freon – R 12. Mají mnoho podobných vlastností, mezi které patří dobré termodynamické vlastnosti, nejedovatost, nehořlavost a nízká agresivita vůči kovům (skupina A1). Jsou neomezeně rozpustné s oleji, avšak velmi málo s vodou. Mají vysokou prolínavost, tedy schopnost unikat netěsnostmi, a vyžadují proto kompaktní a velmi těsnou konstrukci stroje s minimem spojů. Oproti výše popsaným chladivům jsou finančně nákladné. [1]

##### **A.4.2.1 Tvrdé freony (CFC – ChloroFluoroCarbons)**

V molekule mají tvrdé freony všechny atomy vodíku nahrazeny fluorem a chlorem. Říká se jim také plně halogenované uhlovodíky. Kvůli velmi nepříznivému dopadu na životní prostředí jsou dnes tato chladiva zakázána. V době jejich vývoje nebyl nijak

zkoumán jejich vliv na atmosféru, kde se rozkládají až stovky let. Důležité bylo hlavně spojení jejich výborných termodynamických vlastností zároveň s malou nebezpečností.

[4] Mezi hlavní zástupce patří: [12]

- **R 11 (CFCl<sub>3</sub>)**      ODP = 1,0      GWP = 4 750
- **R 12 (CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)**      ODP = 1,0      GWP = 10 900
- **R 13 (CF<sub>3</sub>Cl)**      ODP = 1,0      GWP = 14 400
- **R 113 (C<sub>2</sub>F<sub>3</sub>Cl)**      ODP = 1,0      GWP = 6 130
- **R 114 (C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>Cl<sub>2</sub>)**      ODP = 1,0      GWP = 10 000
- **R 115 (C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>Cl)**      ODP = 0,44      GWP = 7 370

#### **A.4.2.2 Měkké freony (HCFC – HydroChloroFluoroCarbons)**

Měkké freony jsou nazývány také částečně chlorfluorované uhlovodíky. V jejich molekule zůstává jeden atom vodíku, který příznivě ovlivňuje dobu jejich rozkladu v ovzduší řádově na jednotky let. Rozšířily se velmi rychle jako náhrada za tvrdé freony a jsou v mnoha zařízeních stále v provozu. Jejich dopad na životní prostředí není tak veliký jako CFC, ale i tak je v platnosti legislativa, která jejich použití postupně omezuje a časem úplně zakáže. [4]

Konkrétně se jedná o *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1005/2009 o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu*, které říká, že do konce roku 2009 lze použít nové chladivo typu HCFC pro doplnění do zařízení při servisu. Do konce roku 2014 pak umožňuje použití recyklovaného HCFC při servisu a opravě zařízení. Používání samotného výrobku obsahujícího toto chladivo je však po tomto datu omezeno pouze jeho životností. Není tedy nutno se jej zbavovat, pokud je stále funkční. Dále toto nařízení určuje, jak se má s touto regulovanou látkou zacházet, jak často musí být zařízení, která ho obsahují, kontrolovány a podobně. [7]

Pro porovnání vlivu na životní prostředí s CFC je níže uvedeno několik nejběžnějších chladiv z této skupiny: [12]

- **R 21 (CHCl<sub>2</sub>)** ODP = 0,04 GWP = 151
- **R 22 (CHClF<sub>2</sub>)** ODP = 0,05 GWP = 1 810
- **R 123 (C<sub>2</sub>HF<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>)** ODP = 0,02 GWP = 77
- **R 124 (C<sub>2</sub>HF<sub>4</sub>Cl)** ODP = 0,022 GWP = 609
- **R 142b (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>F<sub>2</sub>Cl)** ODP = 0,07 GWP = 2 310

Je zjevné, že od tvrdých freonů se zde jedná o velký posun k příznivějším hodnotám. Jak naznačují platné směrnice a vyhlášky, důraz je kladen na nulovou hodnotu ODP. Proto je často i přes vyšší GWP upřednostňována třetí a nejmodernější skupina freonů.

#### A.4.2.3 Částečně fluorované uhlovodíky (HFC – HydroFluoroCarbons)

Oproti měkkým freonům neobsahují látky HFC chlor, který poškozuje ozonovou vrstvu Země, jejich ODP je tedy roven nule. Pořád se však jedná o tzv. skleníkové plyny a jejich používání je stále předmětem dohadů. V současné době totiž jediný druh chladiv, který může částečně fluorované uhlovodíky po stránce dopadu na globální oteplování a chladicích vlastností překonat jsou výše popisované extrémně hořlavé uhlovodíky. Výrobci i legislativa se proto soustředí na prevenci úniků HFC chladiv ze zařízení a dostatečnou kontrolu. [4]

Díky regulacím postihujícím HCFC plyny zažívají momentálně rychlý rozmach. Navrhují se tak, aby byly schopny zastoupit látky typu HCFC ve všech oblastech. Nejdůležitější zástupci HFC plynů jsou: [12]

- **R 23 (CHF<sub>3</sub>)** GWP = 14 800
- **R 32 (CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)** GWP = 675
- **R 125 (C<sub>2</sub>HF<sub>5</sub>)** GWP = 3 500
- **R 134a (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>)** GWP = 1 430
- **R 407C** GWP = 1 774  
zeotropní směs R 134a / R 125 / R 32 v poměru (52 / 25 / 23 %)
- **R 410A** GWP = 2 088  
zeotropní směs R 125 / R 32 v poměru (50 / 50 %)

## **A.5 Náhrada chladiva R 22**

### **A.5.1 Chladivo R 22**

Chladivo R 22 je dodnes jedno nejrozšířenějších chladiv díky jeho velmi univerzálnímu použití. Zákaz používání HCFC chladiv se často parafrázuje jako zákaz chladiva R 22. Má podobné, místy dokonce lepší, termodynamické vlastnosti než čpavek. Dokáže hospodárně dosahovat teplot až  $-70^{\circ}\text{C}$  bez kaskádního zapojení (zapojení dvou a více kompresorových okruhů za sebe). Ve velké míře se proto používá nejen v klimatizačních jednotkách, ale také v nejrůznějších podnikových a průmyslových aplikacích. [1]

Prodej chladiva R 22 v nových zařízeních byl u nás zakázán od začátku roku 2004 a stroje vyrobené před tímto datem se pomalu blíží ke konci své životnosti. Jednotlivé uživatele proto začíná více zajímat, jak bude možné tato zařízení servisovat, případně vyměnit.

### **A.5.2 Způsob nahrazování chladiv**

#### **A.5.2.1 Drop-in**

Tato procedura je finančně nejméně nákladná. Stávající chladivo se jednoduše zamění za nové, aniž by se prováděly rekonstrukční práce na zařízení. Důležité je, aby nové chladivo mělo podobné pracovní tlaky a kompatibilitu s jednotlivými komponenty stroje jako to původní. Jedná se o dočasnou variantu vhodnou pro zařízení s nízkou zbytkovou životností. [8]

Konkrétně pro chladivo R 22 doporučují výrobci s ohledem na olej použít jako náhradu např. směsná chladiva R 422D nebo R 417A, sestávající z chladiv R 134a a R 125. Vzhledem ke kvalitám chladiva R 22 je však nutné počítat se zhoršením chladicího faktoru zařízení.

Jako příklad lze uvést jeden ze split systémů instalovaný v hodnoceném prostoru, který bude blíže představen v části B. Podle dokumentace výrobce má zařízení s chladivem R22 chladicí faktor  $\text{EER} = 3,0$ . Pravděpodobně kvůli rozdílům v legislativě jednotlivých zemí se to samé zařízení začalo plnit i ekologickým chladivem R 407C, zde však EER kleslo na 2,86.

### **A.5.2.2 Retrofit**

V tomto případě se jedná o dlouhodobé řešení, které ale předpokládá náročnější přestavbu či náhradu většinu částí okruhu, případně i výměnu olej tak, aby vše vyhovovalo novému chladivu. Procedura retrofit je rychlejší a méně nákladná než instalace kompletně nového zařízení a tím pádem vhodná např. pro průmyslové aplikace, kde je chlazení součástí výrobního procesu. [8]

Jako alternativu pro R 22 je možné uvést R 404A, R 427A a R 507. Pro retrofit nelze použít naprosto libovolné chladivo. Potrubní rozvody, jakožto montážně nejnáročnější část okruhu zůstávají zachovány a nové chladivo by tedy mělo být schopno v nich bez obtíží pracovat.

### **A.5.2.3 Nové zařízení**

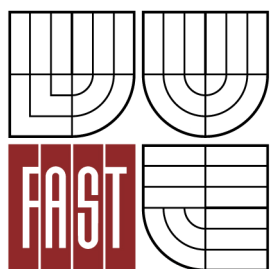
Nové zařízení má největší přednosti, co do účinnosti, bezpečnosti i životnosti, ze všech tří možností. Velikou roli však hrají vysoké investiční náklady a delší odstávka provozu. [8]

Velmi oblíbenou volbou je v dnešní době chladivo R 410A. Pracuje ve vyšší tlakové hladině než R 22 a nelze proto použít ani pro proceduru retrofit. Díky tomu jsou ale nová zařízení s tímto chladivem menší, nepotřebují takové množství náplně a ani tak výkonný kompresor. R 410A má oproti R 22 sice vyšší GWP, díky vyšší efektivitě však bude celkový dopad na globální oteplování TEWI u zařízení s R 410A nižší.





VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ PŮDNÍHO PROSTORU BYTOVÉHO DOMU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MAREK SLUKA

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2014

## B.1 Umístění a charakteristika prostoru

Jak už bylo v úvodu mé práce nastíněno, budu se v této části zabývat energetickým zhodnocením zadaného prostoru a porovnáním s reálnými hodnotami. Nejprve se však musíme s prostorem krátce seznámit.

Půdní vestavba se nachází v budově bytového domu na rohu ulic Křenová a Čechyňská. Jedná se o sedmipodlažní objekt postavený v roce 1949 sloužící, kromě obchodů v úrovni ulice, k bydlení. Hlavní vstup do budovy vede ze severu z ulice Křenové. Roku 2003 byla dokončena první etapa přestavby dříve nevyužitého půdního prostoru, momentálně pronajímaného jako kanceláře. V roce 2008 bylo provedeno zateplení fasády domu, které však hodnocený půdní prostor přímo neovlivňuje. Rozšíření půdních kancelářských prostor v druhé etapě se plánuje v blízké budoucnosti.



Obr. 5 [9]

Samotný prostor je relativně členitý. Výtah jezdí pouze do pátého podlaží. Poslední patro je potřeba vyjít po schodech. Ze společné chodby se vstupuje hlavním vchodem do rozlehlé haly 7.01. Po levé straně je vstup do dvou kanceláří 7.02 a 7.03, které jsou jediné osvětleny denním světlem. Vpravo se potom nachází WC s umyvadlem 7.06, kuchyňka 7.04 a kotelná 7.05 s přísunem vzduchu z přílehlého světlíku. Dále se dá skrz chodbu 7.10 projít ještě do koupelny 7.08, která se však využívá výjimečně.

TABULKA MÍSTNOSTÍ

Číslo m.	Název místnosti	m2
7.01	Hala	29,00
7.02	Kancelář	20,00
7.03	Kancelář	21,59
7.04	Kuchyň	3,04
7.05	Kotel	1,20
7.06	WC, Umyvadlo	1,33
7.07	Šatna	2,20
7.08	Koupelna	4,50
7.09	Půda	125,6
7.10	Chodba	2,98

Číslo m.	Název místnosti	m2
7.18	Schodiště	17,60
7.19	Strojovna výtahu	5,70

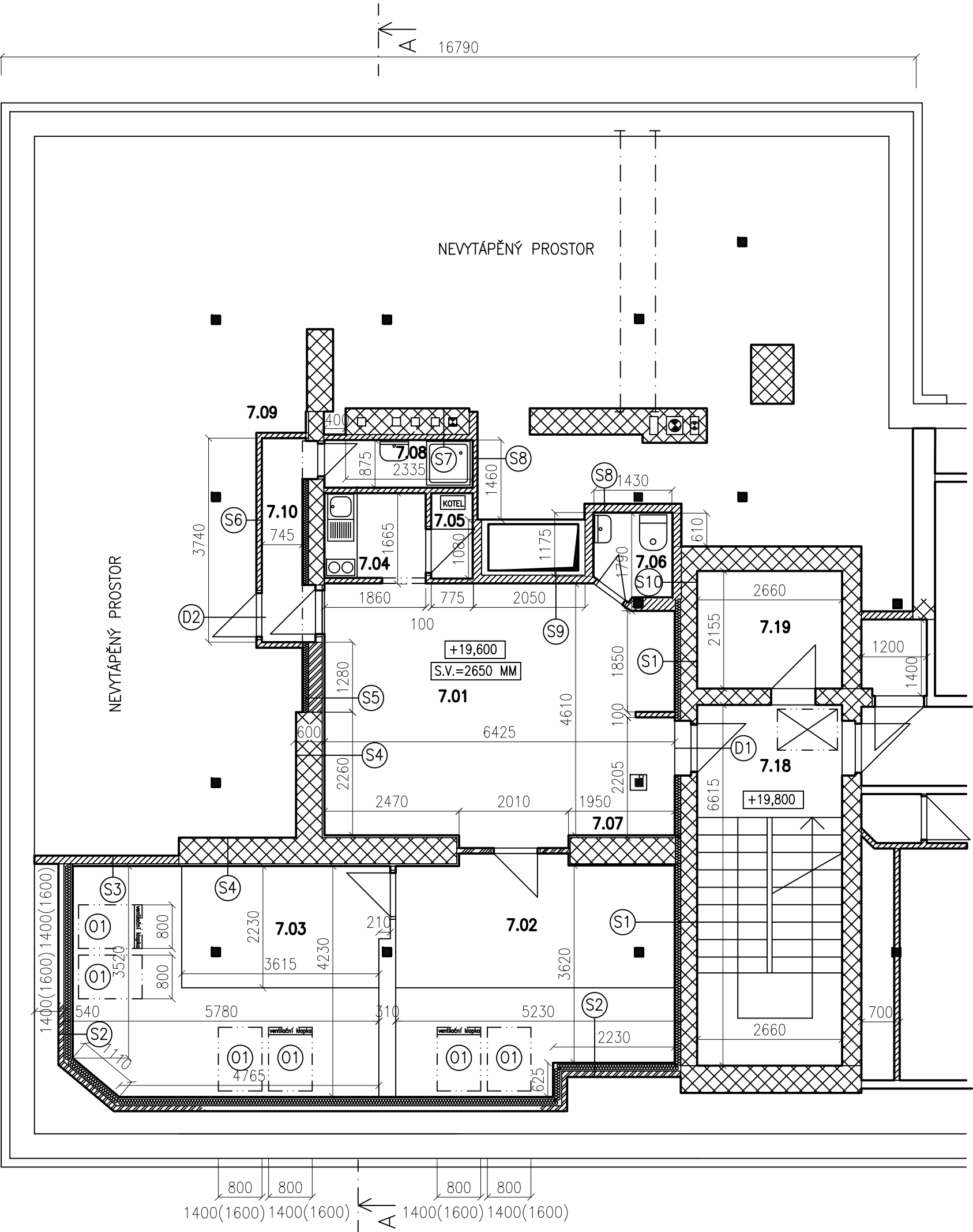
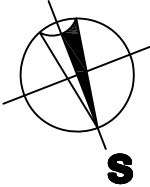
VÝPLNĚ OTVORŮ

- (D1) Dveře vchodové  
(D2) Dveře na půdu  
(O1) Střešní okno s dvojsklem

LEGENDA MATERIÁLŮ

- PROSTÝ BETON  
ŽELEZOBETON  
ZDIVO Z LEHČENÉHO BETONU (PLYNOSILIKÁT)  
NOSNÉ ZDIVO Z PLNÝCH CIHEL  
SÁDROKARTONOVÁ PŘÍČKA S TI  
TEPELNÁ IZOLACE

±0,000 = PODLAHA PŘÍZEMÍ  
±0,000 = 201,8 m.n.m.



Architectural floor plan of a building with a gabled roof. The plan shows a central corridor (STRi) and several rooms. Dimensions are provided for various areas and heights. Key features include a staircase (STRi) and a room with a door (Pd). The plan is oriented with the gable end on the left.

Dimensions and labels:

- Overall width: 25,750
- Overall height: 25,200
- Room dimensions: 2650, 3070, 2455, 1700, 2215, 1400
- Labels: STRi, Pd, STRe, OI, S2, S4, S7

BYTOVÝ DŮM KŘENOVÁ  
SVISLÝ ŘEZ 7.NP

## B.2 Obvodové konstrukce

Vysoký počet obvodových stěn s různými tepelně-technickými vlastnostmi byl dán nutností přizpůsobit se stávajícím konstrukcím při výstavbě. Jejich výpis a skladbu včetně porovnání s příslušnými normovými hodnotami součinitele prostupu tepla požadovaného –  $U_{req}$  a doporučeného –  $U_{rec}$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$ ] najdete v Tab. 1 v oddílu B.10. Na  $U_{req}$  nevyhověly stěny S4 a S6. Důvodem je předpoklad rozšíření kancelářských prostor v rámci výše zmiňované druhé etapy, kdy by se z těchto stěn staly vnitřní příčky s jinými požadavky, které by bez problému splnily. Podobně by se zlepšil posudek stěny S7, která by poté vyhověla i na doporučený součinitel  $U_{rec}$ .

## B.3 Okna

Do podkroví přivádí denní světlo celkem šest dřevěných střešních oken značky Velux (M08 GGL 3059) s izolačním dvojsklem. Čtyři jsou orientovány severně a dvě východně – viz Obr. 5. Součinitel prostupu tepla celého okna včetně rámu je výrobcem udáván jako  $U_w = 1,4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$ . Tato hodnota se rovná současnému požadavku normy ČSN 73 0540-2. V době výstavby bylo však normou udávané  $U_{req}$  rovno  $1,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$ .

## B.4 Vytápění

Vytápění je v prostoru řešeno kotlem Thermona Therm PRO 14 X o tepelném výkonu 5 – 14 kW. Pro potřeby užívání je dostačující. Je umístěn v místnosti č. 7.05. Díky tomu jsou rozvody k otopným tělesům velmi krátké a nejsou důvodem znatelných tepelných ztrát. Pro regulaci výkonu slouží termostat umístěný v kanceláři č. 7.02. Standardně je nastaven na udržování teploty  $22^\circ\text{C}$  přes den v pracovním týdnu. Přes noc a o víkendu je prostor temperován na  $17^\circ\text{C}$ .





Obr. 6


## B.5 Teplá voda

Pro ohřev teplé vody je celoročně v provozu plynový kotel společný pro celý bytový dům umístěný ve sklepě. Energie pro její ohřev je pak jednotlivým spotřebitelům účtována dle odečtů z vodoměru.

## B.6 Chlazení

V letním období je teplota interiéru snižována pomocí dvou samostatných split systémů, sestávajících vždy z jedné vnitřní a jedné venkovní jednotky. Jsou umístěny v hale č. 7.01 a kanceláři č. 7.03 (viz půdorys str. 27). Jejich výkon je regulován ručně dle aktuální potřeby uživatelů v každé z místností. Oba systémy používají neekologické chladivo R22. Blíže se o problémech s jeho používáním můžete dočíst v kapitole 21A.4.2.2 a A.5.1 v teoretické části práce. Fotografie štítků s technickými vlastnostmi najdete na Obr. 7. V případě jednotky York je z důvodu nedostačujících informací na štítku přidán ještě technický list v příloze č. 1. Bohužel však právě kvůli použitému chladivu R22 byl dostupný pouze v ruštině.

 <b>YORK®</b>	
<b>INDOOR UNIT</b> 	
MODEL <b>MHC07P17</b>	
POWER SUPPLY 220-240 Vac 60 Hz 1 Ph 208-230 Vac 60 Hz 1 Ph	
COOLING CAPACITY  1815 / 1815 kcal/h 2.1 / 2.1 kW 7200 / 7200 Btu/h	
HEATING CAPACITY  kcal/h kW Btu/h	
FAN MOTOR POWER 19 / 22 W	
CURRENT 0.08 / 0.09 A	
SERIAL NO. 0101-45441	

<b>SPLIT TYPE AIR CONDITIONER</b>		
MODEL	KF-35GW/Y	
INDOOR UNIT	KF-35G/Y	
OUTDOOR UNIT	KF-35W	
COOLING CAPACITY	3500W	
AIR FLOW	560m³/h	
REFRIGERANT	R22/870g	
DESIGN PRESSURE	2.6MPa	
WEIGHT	INDOOR	11kg
	OUTDOOR	34kg
NOISE	INDOOR	43dB(A)
	OUTDOOR	54dB(A)
RATED VOLTAGE		220V~
RATED FREQUENCY		50Hz
RATED CURRENT	OUT:35/24°C	5.9A
	IN:27/19°C	
RATED INPUT	OUT:35/24°C	1300W
	IN:27/19°C	
MAX. CURRENT	OUT:43/26°	6.8A
	IN:32/23°	
MAX. INPUT	OUT:43/26°	1500W
	IN:32/23°	
NO:		
MFG. DATE		
 Midea Air Conditioner MFG. Co., Ltd.		

Obr. 7

## B.7 Osvětlení a elektrické spotřebiče

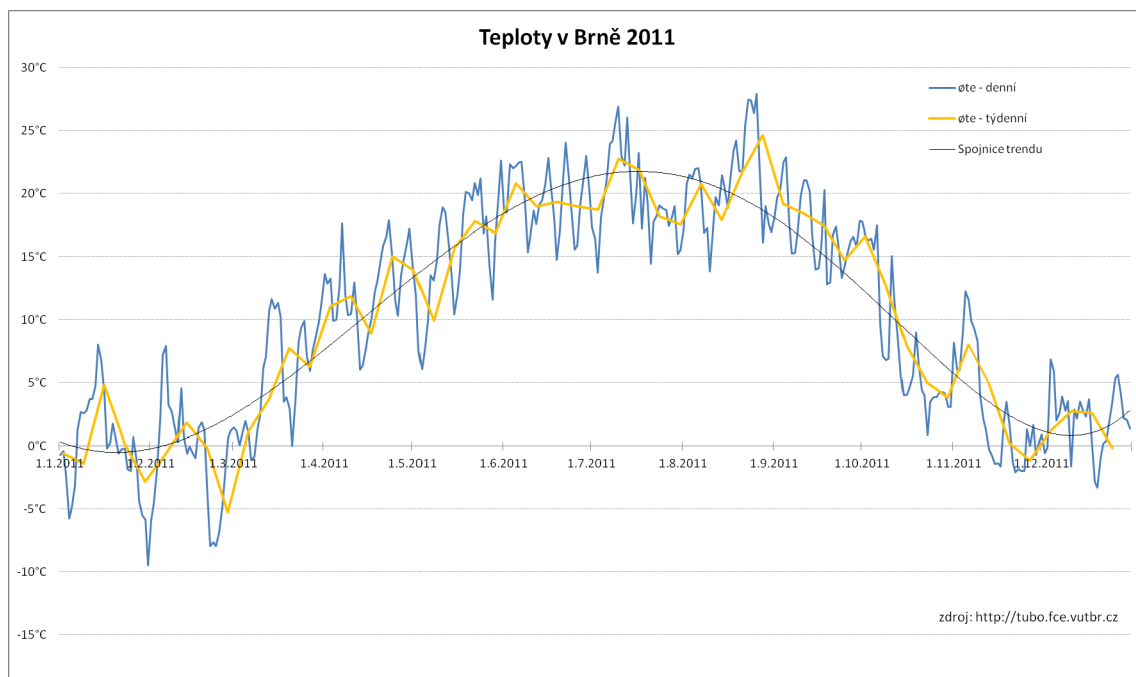
Prostory jsou osvětleny běžnými lineárními rtuťovými zářivkami. Z elektrických spotřebičů stojí za zmínku hlavně počítače a tiskárna, které produkují relativně velké množství tepla a je potřeba je zohlednit jak v zimě, tak v létě.

## B.8 Vliv venkovní teploty na spotřebu plynu a elektřiny

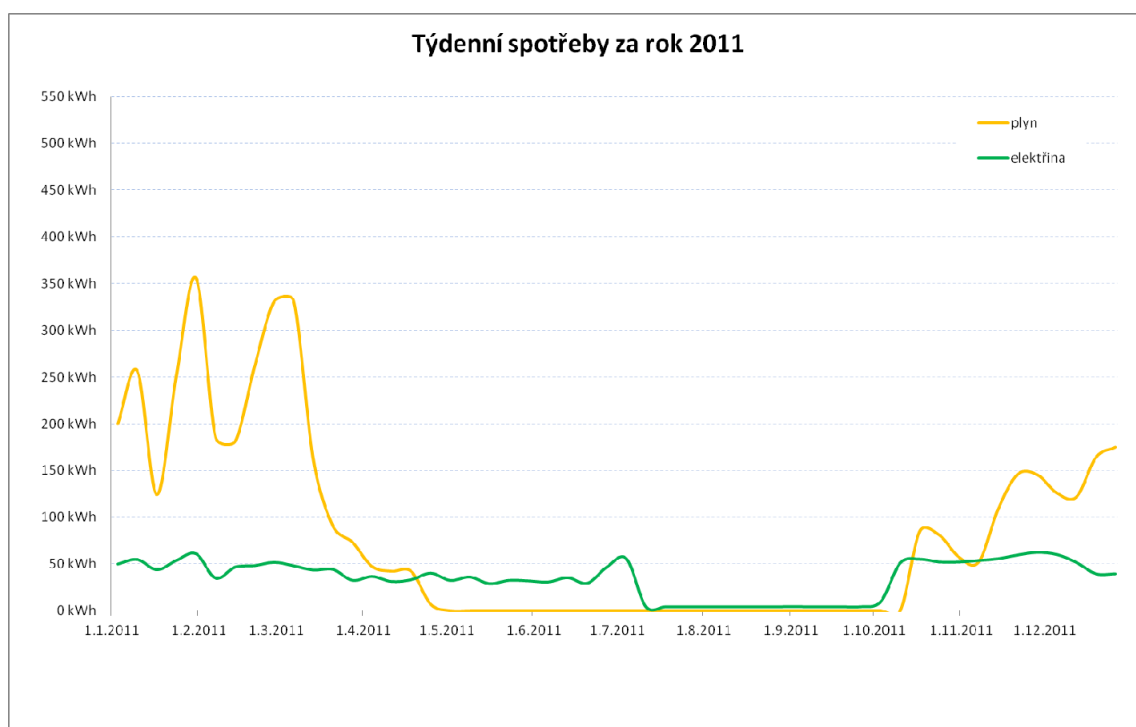
Majitel prostoru mi jako podklad pro práci poskytl výpis ročních spotřeb plynu, elektřiny a studené a teplé vody od začátku užívání, tedy roku 2003 až do roku 2011 a za roky 2011 až 2013 pak dokonce zapsané týdenní stavy plynu a elektřiny. Rozhodl jsem se proto si experimentálně ověřit vliv teploty v exteriéru na spotřebu plynu resp. elektřiny. Pro toto porovnání jsem využil teplotní údaje z GPS stanice TUBO, umístěné na střeše budovy B fakulty stavební VUT v Brně. Tato a další data jsou veřejně přístupná pro export na internetových stránkách stanice. Nejdelší úsek, za který je možné získat teploty, je jeden den, a proto jsem musel hodnoty za roky 2011 - 2013 vypsát postupně. Tato zdoluhavá práce však byla odměněna překvapivě přesnou odezvou spotřeby plynu v zimě a elektřiny v létě na průběh venkovních teplot. Grafický výstup můžete porovnat na Obr. 8 až Obr. 13 (v případě plynu je jeho závislost na venkovní teplotě nepřímá a jednu z křivek je potřeba obrátit). Veškeré následující grafy jsou k dispozici přes celou stranu pro lepší čitelnost v příloze č. 2 a 3.

U plynu je dobře zřetelný každý, i drobný, výkyv teploty, poněvadž slouží výhradně k vytápění. Elektrická energie naproti tomu kromě chlazení v letním období obsluhuje veškeré spotřebiče a navíc teplota interiéru, obzvláště v podkrovní místnosti, je více ovlivněna intenzitou slunečního záření. I přes tyto faktory je však vidět, že energie na chlazení je pro letní spotřebu elektřiny rozhodující. Mírný posun křivek spotřeb oproti teplotám je dán akumulací tepla v konstrukcích budovy.

Z grafů můžeme ale vyčíst mnoho dalších informací. Například, že majitel vypínal kotel kolem konce dubna, když se teplota venku dostala k hranici 15°C, a uvedl ho zpět do provozu okolo začátku října, když spadla pod 10°C. To také poukazuje na to, že ohřev teplé vody je řešen jiným způsobem. Dále pak vidíme, že téměř nulová spotřeba elektřiny v létě 2011 potvrzuje rekonstrukci střechy, kdy musely být kanceláře prázdné, anebo také to, že dle teploty v březnu v roce 2013 byla zima opravdu dlouhá.

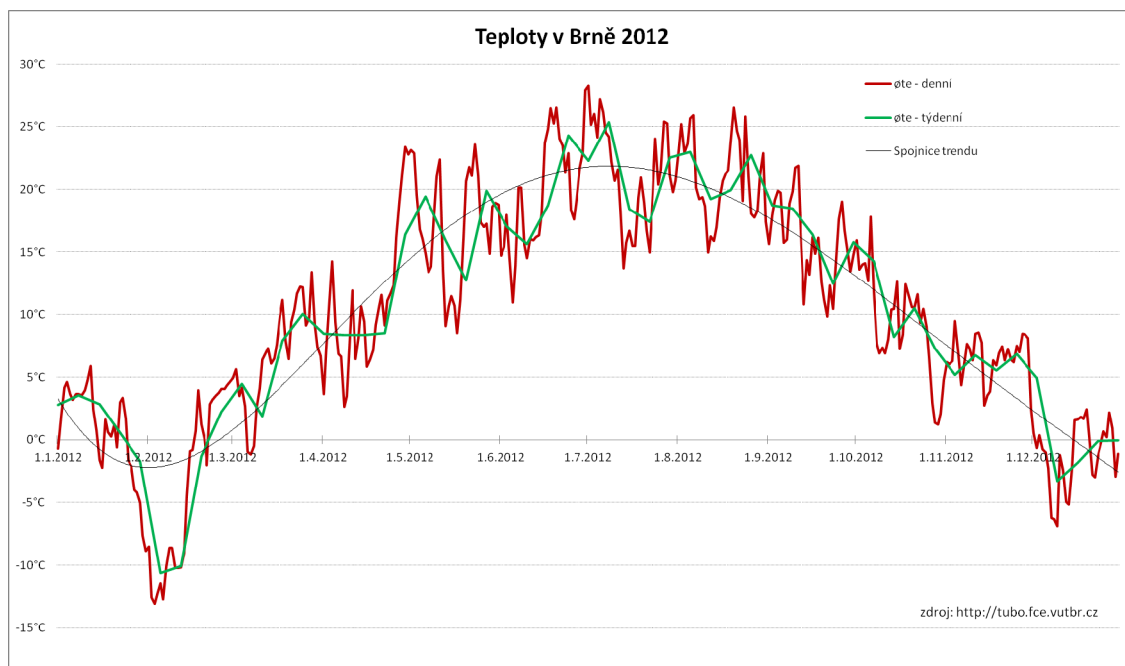


**Obr. 8 [10]**

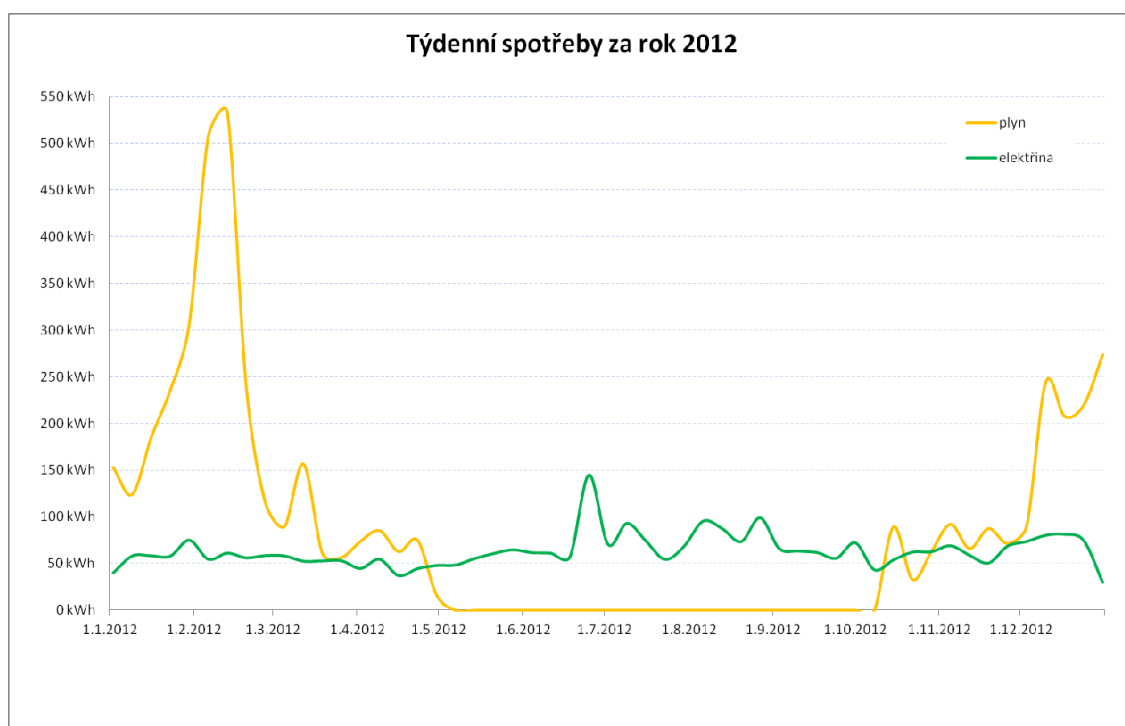


**Obr. 9**

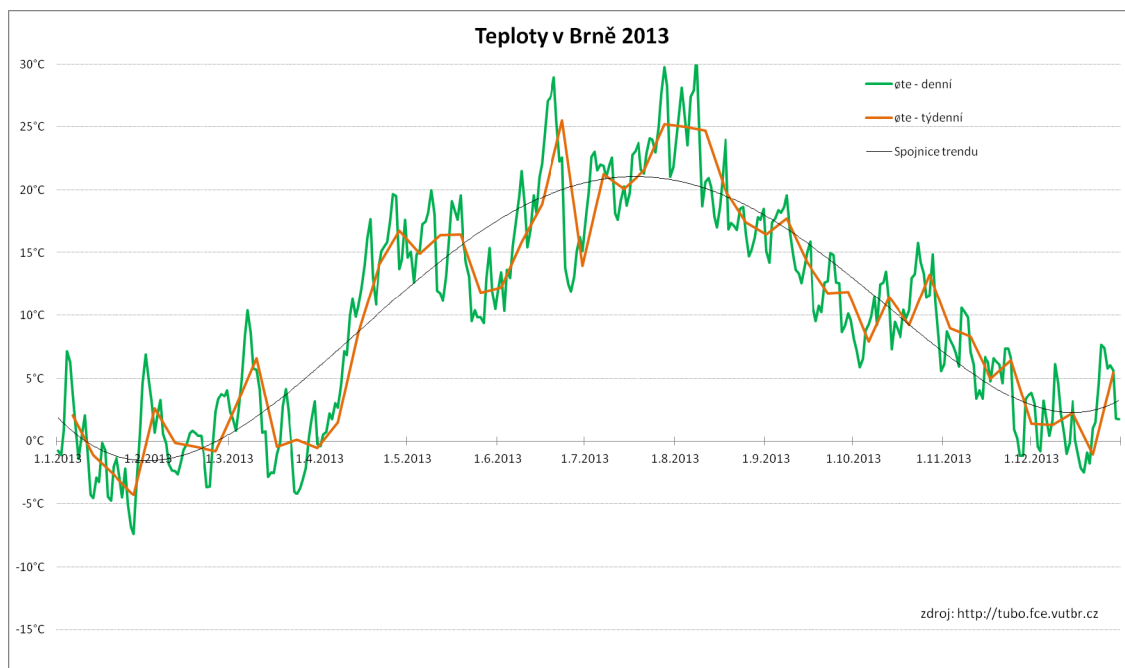




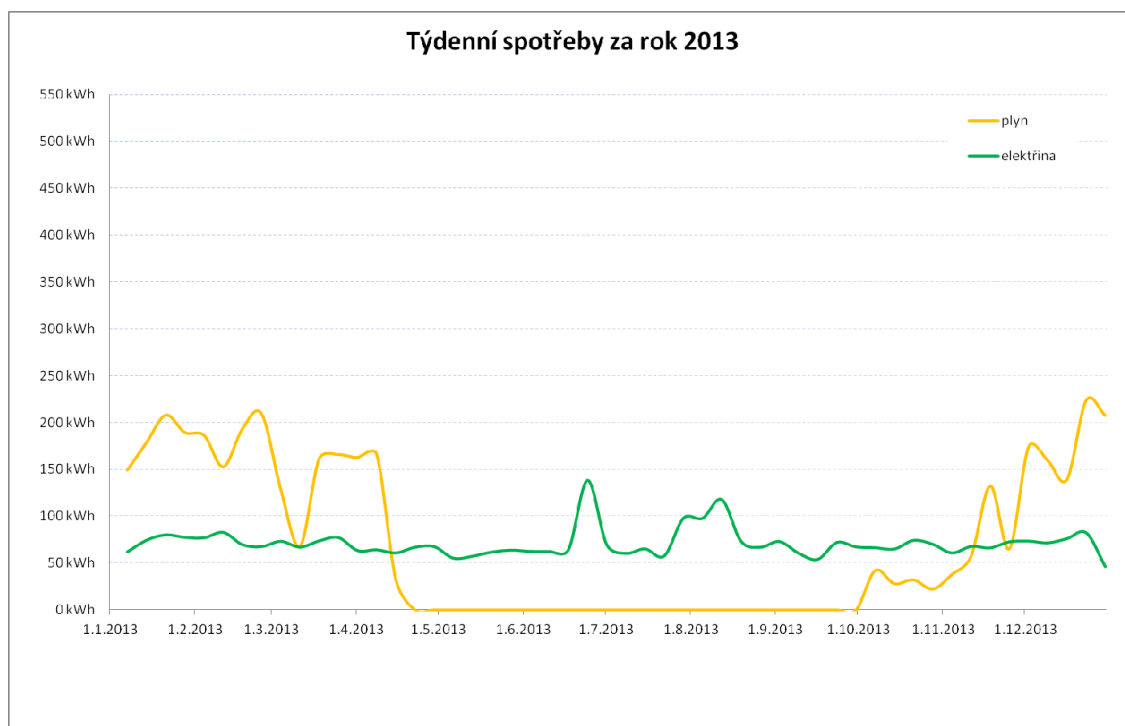
**Obr. 10 [10]**



**Obr. 11**



Obr. 12 [10]

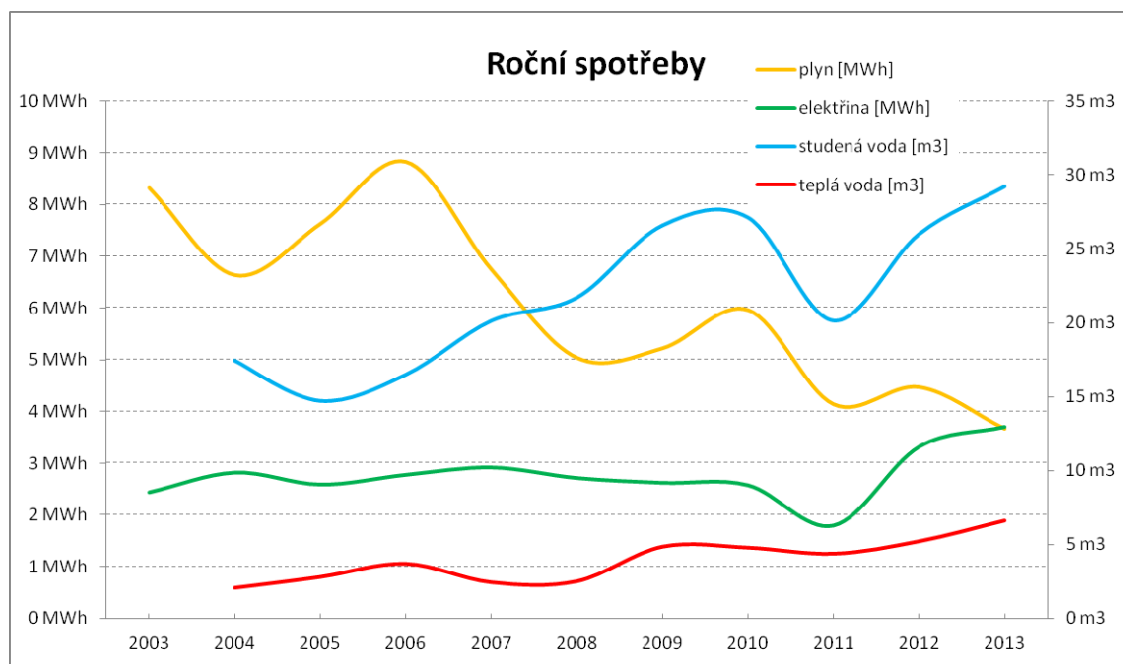


Obr. 13

## B.9 Roční spotřeby

V grafu, který znázorňuje průměrné roční spotřeby od roku 2003 do roku 2013 (Obr. 14) můžeme sledovat dlouhodobý trend v užívání prostoru. Postupný pokles spotřeby plynu lze vysvětlit jako následek zvyšování počtu uživatelů kanceláří a tím pádem spotřebičů, obojí produkující teplo, a dále také zlepšení disciplíny a odborného

povědomí zaměstnanců zodpovědných za regulaci. Spekulacím o dopadech globálního oteplování bych se raději v této práci vyhnul a přenechal toto téma fundovanějším odborníkům.

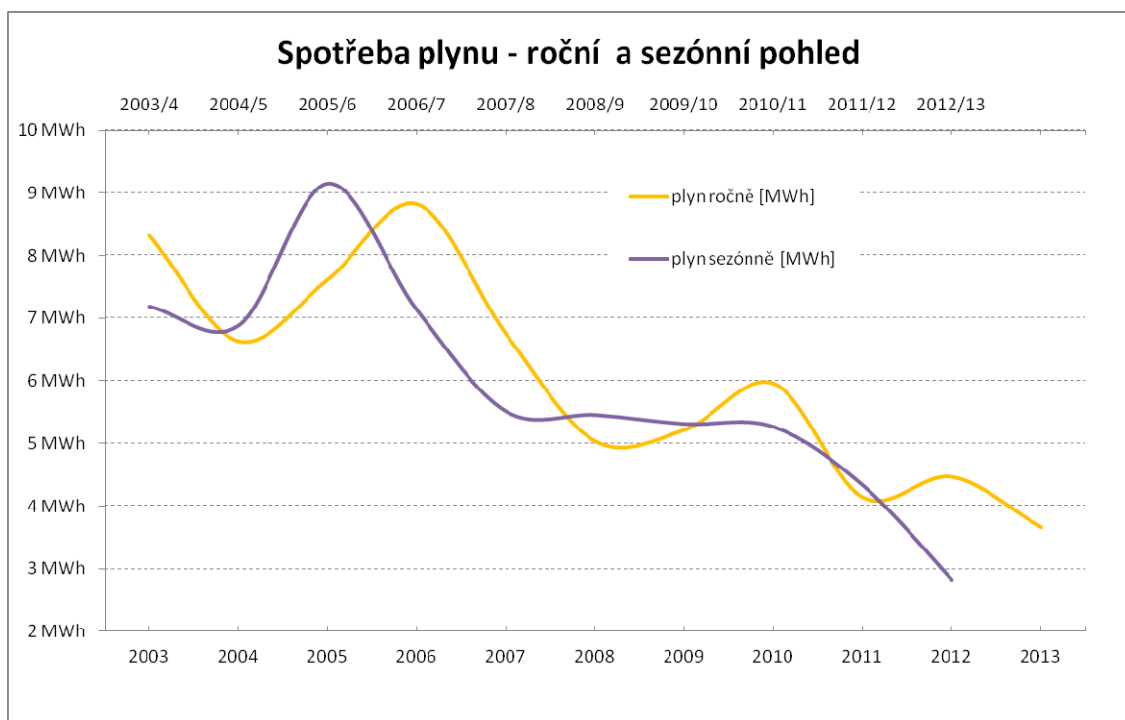


Obr. 14

Nárůst množství pracovníků se u elektřiny a vody projevil naopak vyšší spotřebou, přičemž teplá voda byla ovlivněna nejméně. Důvodem je z podstaty kancelářského prostoru vyplývající využití pouze k mytí rukou, případně drobného nádobí.

Neobvykle vysoká spotřeba plynu v roce 2006 (viz Obr. 14) byla dána dočasně neobývaným bytem přímo pod hodnoceným prostorem během zimní sezóny. Zde si můžeme uvědomit dopad teploty v sousedních prostorách na spotřebu tepla pro vytápění, ovlivňující především obyvatele bytových domů.

Výše zmiňovaná rekonstrukce v roce 2011 pak zapříčinila znatelný propad napříč spektrem spotřeb energií (viz Obr. 14). Hodilo by se namítnout, že probíhala v létě a vytápění by nemělo být dotčeno. V tomto případě se jedná pouze o shodu okolností. Hodnoty v grafu jsou totiž brány z hlediska kalendářního roku. Z pohledu sezóny se zde a podobně ani v roce 2008 o žádný výkyv nejedná. Pro lepší názornost lze porovnat křivky spotřeby plynu z obou hledisek v grafu - Obr. 15.



Obr. 15

## B.10 Posouzení energetické náročnosti v programu Energie 2013

Důvod pro zpracování průkazu nebyl pouze informativní, ale je spjat i s plánem rozšířit zadaný prostor ve zmiňované druhé etapě. Otázka proto zněla, zda má smysl použít identické řešení jako je to stávající z roku 2003, nebo se ubírat jiným – úspornějším – směrem. V této části práce tedy hodnotím, zda by stávající řešení obstálo i z pohledu současných požadavků a jak byl schopen program Energie 2013 reflektovat realitu.

Pro energetické zhodnocení dle nové vyhlášky 78/2013 Sb. jsem použil program Energie 2013 od firmy Svoboda software dostupný ve vybraných učebnách fakulty stavební VUT. Nebylo příliš těžké naučit se s programem zacházet. Prostředí programu je jednoduché a přehledné. Pro zblhlého uživatele je zadání hodnot pro jednozónovou budovu otázkou několika desítek minut. Velkou část ze zadávaných hodnot bylo možno vyhledat v technických listech výrobce – např. účinnost kotle či součinitel prostupu tepla oken. Když nebyla možnost zjistit reálnou hodnotu, dalo se použít nápovědy pro vložení hodnot odpovídající dané budově a využití. Ve většině případů, které jsem byl schopen posoudit, vše zhruba odpovídalo realitě. Bohužel u vytváření protokolu naráží program na své limity. V kombinaci s programem Microsoft Office 2013 (případ

učeben na FAST) totiž nefungují makra, která dokument vyplňují a tvůrci programu zatím nebyli schopni tento problém odstranit. Musel jsem proto tvorbu protokolu řešit komplikovanějším způsobem na jiném počítači.

Pozadí programu je velmi provázáno s technickou normou TNI 73 0331 *Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet*, která vyšla nově také na jaře 2013 právě jako podklad pro hodnocení ENB dle vyhlášky 78/2013 Sb. Jak její název napovídá, byly z ní do softwaru vloženy hodnoty právě do výše zmiňovaných nápověd, výpočtů a katalogů (např. smluvní hodnoty venkovní teploty).

K určení hodnot, které jsem neznal a nebyla je schopna pokrýt ani nápověda, jsem nemusel provádět mnoho pomocných výpočtů. Pro stanovení chladicího faktoru split jednotek jsem použil následující vzorec:  $EER = \frac{\text{chladicí výkon}}{\text{příkon}}$ . Výkon a příkon jsem zjistil ze štítků jednotek, viz Obr. 7, případně u jednotky York jsem její příkon získal z technického listu přiloženého na konci práce.

Při výpočtu součinitele prostupu tepla jednotlivých obvodových konstrukcí  $U$  jsem postupoval dle výpočtu uvedeného v normě ČSN 73 0540:  $U = \frac{1}{R}$ ,  $R = \frac{d}{\lambda}$ . Kromě samotného  $U$ , najdete hodnoty tloušťek vrstev  $d$  [m], součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$  [W.m<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>] a následně vypočítaného tepelného odporu konstrukcí  $R$  [m<sup>2</sup>K.W<sup>-1</sup>], v tabulce Tab. 1.

S1	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m <sup>2</sup> .K/W]	Rt [m <sup>2</sup> .K/W]	Ureq [W/m <sup>2</sup> .K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>3.286</b>	1.30
Rockmin	0.100	0.039	2.564	U [W/m <sup>2</sup> .K]	Urec [W/m <sup>2</sup> .K]
Zdivo CP1	0.300	0.80	0.375	<b>0.304</b>	0.90
omítka VC	0.030	0.99	0.030		

S2	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m <sup>2</sup> .K/W]	Rt [m <sup>2</sup> .K/W]	Ureq [W/m <sup>2</sup> .K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.780</b>	0.30
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m <sup>2</sup> .K]	Urec [W/m <sup>2</sup> .K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>0.173</b>	0.20
Ytong P3	0.050	0.18	0.278		

S3	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m <sup>2</sup> .K/W]	Rt [m <sup>2</sup> .K/W]	Ureq [W/m <sup>2</sup> .K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>6.327</b>	0.30
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m <sup>2</sup> .K]	Urec [W/m <sup>2</sup> .K]
Ytong P3	0.150	0.17	0.882	<b>0.158</b>	0.25

S4	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m <sup>2</sup> .K/W]	Rt [m <sup>2</sup> .K/W]	Ureq [W/m <sup>2</sup> .K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>0.917</b>	0.30
Zdivo CP1	0.480	0.80	0.600	U [W/m <sup>2</sup> .K]	Urec [W/m <sup>2</sup> .K]
				<b>1.091</b>	0.25

<b>S5</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>4,604</b>	0,30
Ytong P4	0,250	0,15	1,667	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Rockmin	0,100	0,039	2,564	<b>0,217</b>	0,25
SDK	0,0125	0,22	0,057		

<b>S6</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>2,938</b>	0,30
Rockmin	0,100	0,039	2,564	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>0,340</b>	0,20

<b>S7</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>3,474</b>	0,30
Rockmin	0,100	0,039	2,564	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Zdivo CP1	0,450	0,80	0,563	<b>0,288</b>	0,25
omítka VC	0,030	0,99	0,030		

<b>S8</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>5,502</b>	0,30
Rockmin	0,200	0,039	5,128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>0,182</b>	0,20

<b>S9</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>5,633</b>	1,30
Rockmin	0,200	0,039	5,128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Zdivo CP1	0,1500	0,80	0,188	<b>0,178</b>	0,90

<b>S10</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>5,820</b>	0,60
Rockmin	0,200	0,039	5,128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Zdivo CP1	0,3000	0,80	0,375	<b>0,172</b>	0,40

<b>STri</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>4,359</b>	0,30
Rockmin	0,160	0,039	4,103	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
				<b>0,229</b>	0,20

<b>STRe</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0,0125	0,22	0,057	<b>4,299</b>	0,24
Rockmin	0,160	0,039	4,103	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
				<b>0,233</b>	0,16

<b>Pdl</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
PVC	0,0015	0,22	0,007	<b>0,726</b>	2,20
Mirelon	0,002	0,038	0,039	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Cetris	0,0240	0,22	0,109	<b>1,378</b>	1,45
Prkna	0,044	0,22	0,200		
Omítka VC	0,03	0,99	0,030		

<b>O1</b>	Velux M08 GGL 3059	Uw [W/m2.K]	Ureq [W/m2.K]
Dvojsklo		<b>1,400</b>	1,40
			Urec [W/m2.K]
			1,10

Tab. 1

Vzhledem k tomu, že se jedná o podkrovní prostor, sousedí většina obvodových konstrukcí s nevytápěným nebo jinak vytápěným prostorem. Přímo s exteriérem sousedí pouze pás střechy okolo oken a samozřejmě samotná okna. V programu Energie 2013 je zohlednění takových konstrukcí řešeno výpočtem, do kterého se zadává objem nevytápěného prostoru, tepelné vlastnosti jeho konstrukcí na styku s venkovním prostředím a násobnost výměny vzduchu v tomto prostoru. Pro použití v mém případě jsem naznal, že bude lepší použít činitel teplotní redukce  $b$  [-]. Kolikrát se vzduch v nevytápěné půdě vymění, nejsem schopen ani vzdáleně odhadnout, ale samotnou teplotu v tomto prostoru lze bez problému změřit. Dle zkušenosti uživatele se zde v návrhových zimních venkovních teplotách (pro Brno -12°C) pohybuje teplota okolo -5°C. Součinitel teplotní redukce je možné v programu Energie vypočítat, avšak je zde použit jiný vzorec, než dle ČSN 73 0540:  $b = \frac{\theta_i - \theta_u}{\theta_{im} - \theta_e}$ , kde  $\theta_i$  je návrhová vnitřní teplota,  $\theta_u$  je teplota nevytápěného prostoru,  $\theta_{im}$  je převažující návrhová vnitřní teplota a  $\theta_e$  je návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období. Pomocí této rovnice jsem si proto součinitel  $b$  spočítal sám jak pro stěny přilehlé k nevytápěnému půdnímu prostoru, tak pro konstrukce sousedící se světlíkem, strojovnou výtahu a společnou chodbou, a ručně tyto hodnoty do programu zadal. Konkrétní hodnoty činitele  $b$  a ostatní zadávané hodnoty si můžete přečíst v protokolu v příloze č. 5 k této práci.

## B.11 Výsledky

### b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[MWh/rok]	1,711	3,646		0,901	x	x			0,221	0,221	x	x
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[MWh/rok]	3,145	4,791		0,369					2,321	1,949	5,370	1,422
(3)	Pomocná energie	[MWh/rok]	0,105	0,218										
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3)	[MWh/rok]	3,250	5,009		0,369					2,321	1,949	5,370	1,422
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> .rok)]	31	47		3					22	18	51	13

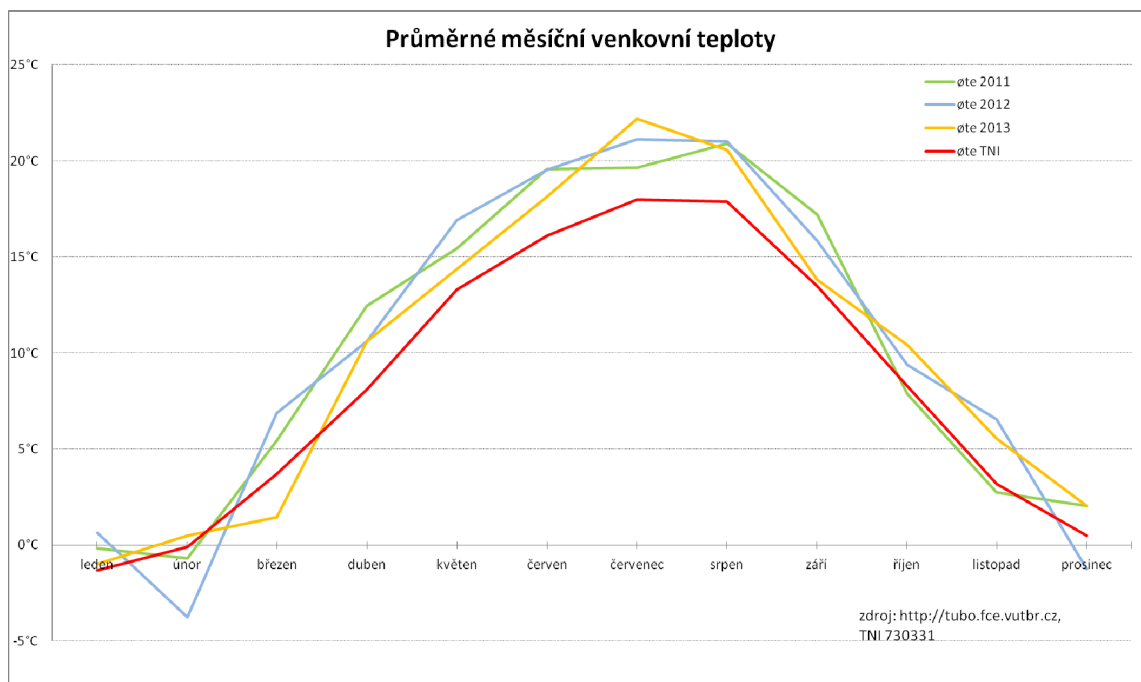
Obr. 16

#### B.11.1 Vytápění

Výstupy z programu (Obr. 16) jsem porovnával s reálnými spotřebami za dobu užívání prostoru, viz např. Obr. 14. Co se týče vytápění, tak programem vypočtená hodnota 5,009 MWh/rok spíše odpovídá spotřebám kolem roku 2010. Přesto, že jsem se při zadávání údajů do programu snažil co nejlépe vystihnout současnou situaci v prostoru, byla spotřeba v roce 2013 o více jak 1 MWh nižší. Do určité míry je odchylka zaviněna rozdílnými venkovními teplotami, než s jakými počítá program. Pro porovnání je níže na Obr. 17 vidět, jak se liší průměrné měsíční teploty za poslední tři roky oproti údajům



z TNI 730331. Hodnota spotřeby je mimo teplotu ovlivňována velkým množstvím dalších faktorů a hlavně zvyklostmi uživatelů, které není jednoduché při výpočtu postihnout, a vyžadují značné zkušenosti. Vzhledem k tomu, že je prostor, co do počtu osob a zařízení, momentálně na svém maximu, předpokládám, že spotřeba energie na vytápění se ustálí a bude možné lépe sledovat právě vliv venkovní teploty.



Obr. 17 [10]

### B.11.2 Teplá voda

Spotřebu teplé vody jsem do programu zadával na základě zkušeností s jejím skutečným využíváním v prostoru. Výsledek tedy zhruba odpovídá reálným hodnotám. Její spotřeba je vázána čistě na počet uživatelů prostoru a proto se za současného stavu dá počítat s podobnou spotřebou v dlouhodobém horizontu.

### B.11.3 Elektrická energie (chlazení a osvětlení)

Vypočtenou hodnotu spotřeby energie na chlazení bohužel nelze snadno porovnat s realitou, vzhledem k tomu, že elektřina obsluhuje také svítidla a veškeré spotřebiče. Program Energie ale nabízí možnost zahrnout do spotřeby energie na osvětlení i ostatní elektrická zařízení. Díky tomu jsem získal dohromady s energií na ochlazování hodnotu 4,05 MWh/rok, což v porovnání se spotřebou v roce 2013 (3,71 MWh) ukazuje, že se výpočet příliš neodchyluje. S přihlédnutím k Obr. 17, kde jsou průměrné letní teploty jednoznačně vyšší, než ty, se kterými počítá Energie, se ale domnívám, že reálná

spotřeba elektřiny pro chladicí systém bude vyšší než 0,369 MWh. Tento fakt tedy poukazuje na to, že energie na osvětlení a ostatní spotřebiče bude ve skutečnosti ještě o to menší. Při zadávání parametrů osvětlení do programu jsem musel použít – vzhledem ke zvyklostem uživatelů – hodnoty, které spíše odpovídají pobytovým místnostem a ne kancelářským prostorům, přesto však byly vstupní hodnoty příliš vysoké.

#### B.11.4 Klasifikace budovy

Na konci průkazu energetické náročnosti budovy kromě samotných vypočtených hodnot najdeme graficky zpracovanou klasifikaci budovy. Trochu matoucí je, že vyhláška 78/2013 Sb. předepisuje hranice klasifikačních tříd do grafické části protokolu určit jako pro novou budovu, pro kterou jsou kritéria přísnější. V protokolu se proto setkáme se dvěma různými referenčními hodnotami. V případě celkové dodané energie a neobnovitelné primární energie jsou upravené hranice tříd vidět a můžeme je porovnat níže na Obr. 18 a Obr. 19.

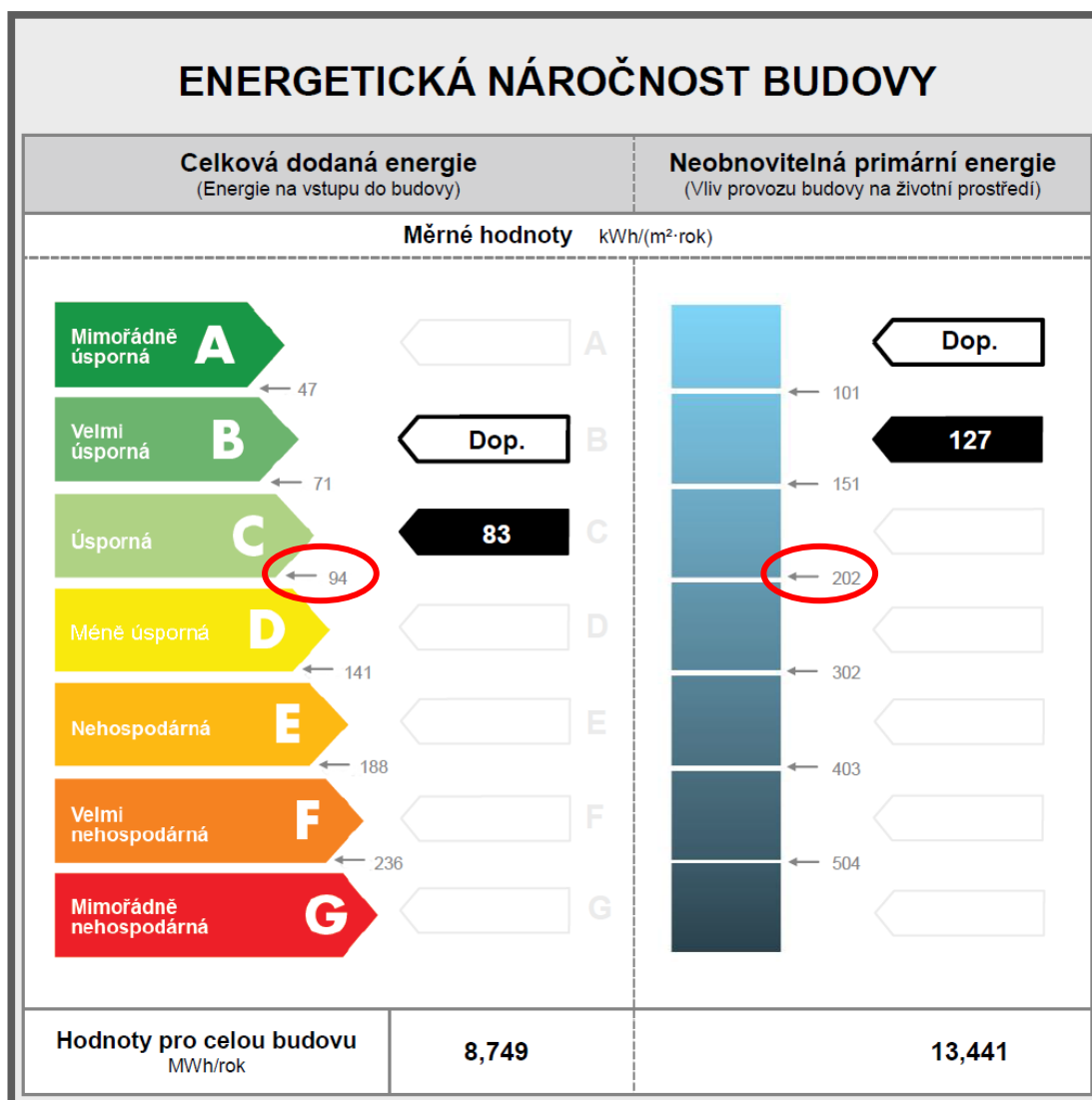
##### e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[MWh/rok]	10,940	Splněno (ano/ne)	ano
(7)	Hodnocená budova		8,749		
(8)	Referenční budova	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	103		
(9)	Hodnocená budova		83		

##### f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[MWh/rok]	22,435	Splněno (ano/ne)	ano
(11)	Hodnocená budova		13,441		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	212		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		127		

Obr. 18










Obr. 19

Bílé sloupce dílčích dodaných energií na Obr. 20 mají pouze informativní charakter a jednotlivé klasifikace nejsou pro majitele nijak zavazující. Mají jen upozornit na oblast, kde by bylo vhodné zvážit úsporná opatření.

Nejhůře bylo klasifikováno vytápění prostoru - Obr. 20. Rozdílná klasifikace pro nové budovy navíc posunula energetickou třídu vytápění z E do F (horní a spodní hranice třídy E jsou 1,5 x a 2 x referenční hodnota 3,250 MWh – viz Obr. 16, tedy 4,875 a 6,500 MWh/rok). Navíc je zde ale potřeba vzít v úvahu odchylku od skutečnosti u výpočtu. Podle údajů spotřeb z posledních let by byl prostor zařazen o stupeň výše, tedy do třídy D, resp. E.

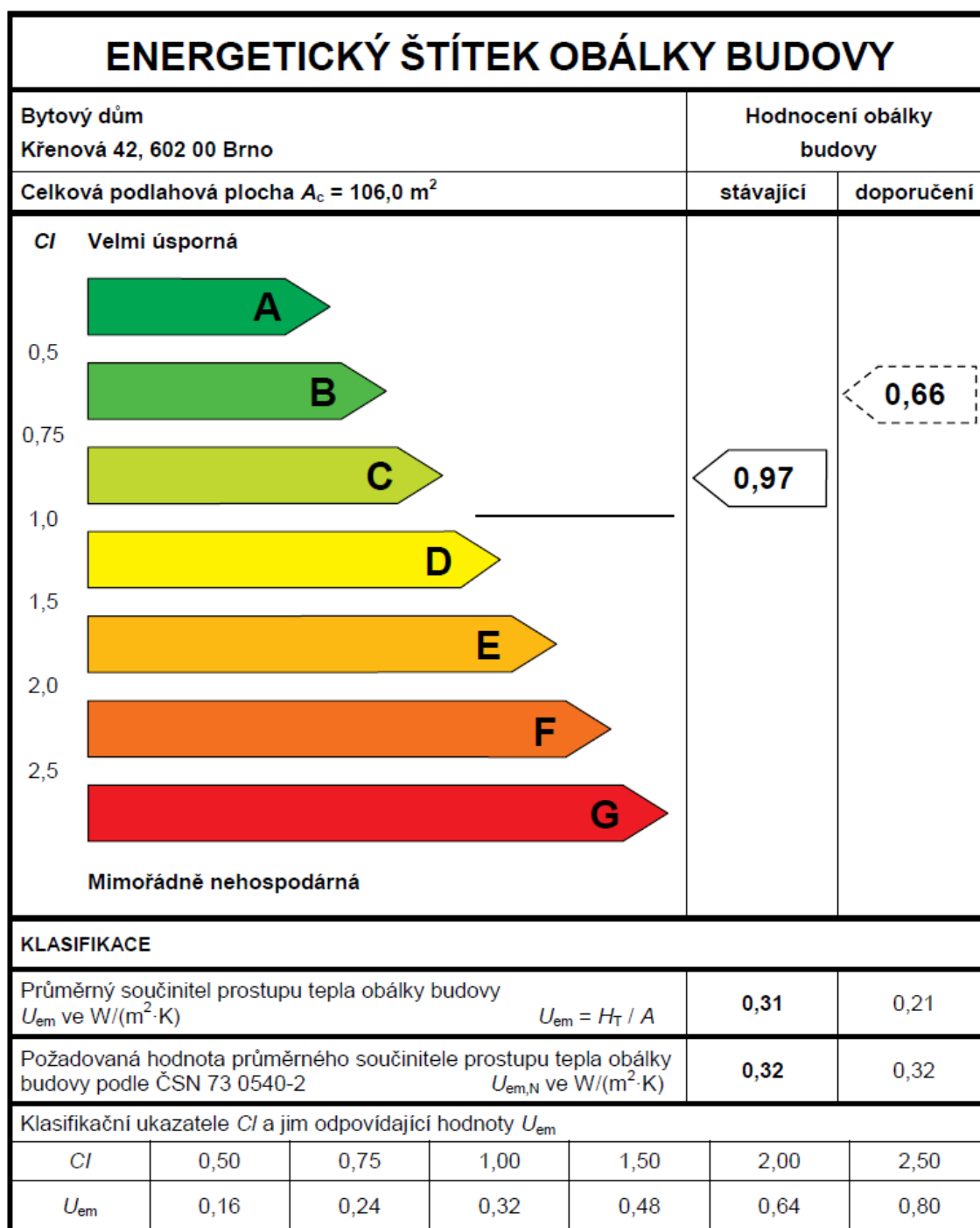
Ve sloupci Chlazení na Obr. 20 není vidět žádná šipka určující energetickou třídu. To je způsobeno tím, že vyhláška 78/2013 Sb. v §9 odst. 8 říká, že klasifikační třída pro dílčí

dodanou energii pro chlazení se u rodinných a bytových domů neurčuje. Proto také nenajdeme žádné referenční hodnoty chlazení na Obr. 16. Že samotná spotřeba však uvažována byla, je vidět na Obr. 16, ale i ve spodním řádku na Obr. 20. [11]

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{em}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Dílčí dodané energie		Měrné hodnoty kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)			
							
Mimořádně úsporná							13 / Dop.
A							
B							
C	Dop.					18 / Dop.	
D	0,31	Dop.					
E							
F		47					
G							
Mimořádně neekonomická							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		5,00	0,36			1,94	1,42

Obr. 20

Klasifikace obálky budovy byla také posunuta o třídu směrem dolů. Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em,N,20,R,max}$  se totiž pro novou budovu násobí hodnotou 0,8. Přenásobení tímto koeficientem způsobilo, že i když je obálka dle výpočtu vyhovující (třída C) – viz energetický štítek obálky budovy na Obr. 21, v klasifikaci již není – třída D na Obr. 20. Hodnocený prostor proto splnil požadavek pro větší změnu dokončené budovy, jako nová stavba by už ale nevyhověl.



Obr. 21

Novinkou od dubna 2013 je mimo jiné také hodnocení budovy z hlediska neobnovitelné primární energie neboli vlivu provozu budovy na životní prostředí, které je nutné splnit u stavby nové budovy vždy (vedle toho je potřeba splnit ještě požadavek na celkovou dodanou energii a průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ ) a při větší změně dokončené budovy jako jednu z možností (celková dodaná energie a  $U_{em}$  nebo neobnovitelná primární energie a  $U_{em}$ ). Jednotlivé spotřeby energie v budově se rozdělí podle

energonositelů a následně se násobí příslušným faktorem neobnovitelné primární energie uvedeným v Tab. 2 a pak se všechny tyto hodnoty sečtou. Zde je vidět, že velmi nízké požadavky uživatelů prostoru na umělé osvětlení (viz Obr. 20), které se násobí faktorem elektřiny 3,0, se velkou měrou podílí na klasifikaci prostoru do třídy B - Obr. 19.

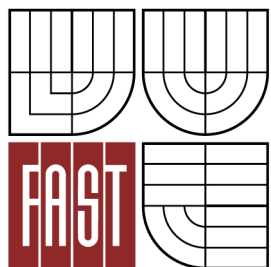
<b>Energonositel</b>	<b>Faktor celkové primární energie (-)</b>	<b>Faktor neobnovitelné primární energie (-)</b>
Zemní plyn	1,1	1,1
Černé uhlí	1,1	1,1
Hnědé uhlí	1,1	1,1
Propan-butan/LPG	1,2	1,2
Topný olej	1,2	1,2
Elektřina	3,2	3,0
Dřevěné peletky	1,2	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	1,1	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	1,0	0,0
Elektřina - dodávka mimo budovu	-3,2	-3,0
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,1	-1,0
Soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů	1,1	0,1
Soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem obnovitelných zdrojů	1,1	0,3
Soustava zásobování tepelnou energií s 50% a nižším podílem obnovitelných zdrojů	1,1	1,0
Ostatní neuvedené energonositele	1,2	1,2

**Tab. 2 [11]**

Celkově dopadl prostor vzhledem k roku výstavby nad očekávání dobře. Možnost pro zlepšení je především v oblasti vytápění a s tím související obálky budovy. V následující části se proto zaměřím na optimalizaci stavebního řešení s přihlédnutím k této skutečnosti.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST C – PROJEKT

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ PŮDNÍHO PROSTORU BYTOVÉHO DOMU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MAREK SLUKA

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2014

## C.1 Volba řešení

V této části práce se budu zabývat optimalizací prostoru z pohledu spotřeby energie. Vzhledem ke stáří prostoru a kvalitě provedení jeho výstavby by nebylo ekonomické v podstatě jakékoliv úpravy provádět. Obálka budovy včetně oken, systém vytápění a chlazení i osvětlení jsou dle posudku v předchozí kapitole na takové úrovni, že doba návratnosti investice by jednoduše byla příliš dlouhá a vše navíc stále vyhovuje současným normovým požadavkům. Přesto jsem úsporná opatření navrhl. Jak již bylo několikrát zmíněno, majitel plánuje prostor rozšířit. Je proto potřeba zvážit, jakým způsobem se má pokračovat, jestli použít stejné řešení jako v roce 2003, nebo realizovat nové a úspornější. Pro jednoduchost porovnání nové řešení posoudím na stávajícím prostoru, u kterého známe jak vypočtené, tak reálné spotřeby, aby si majitel mohl lépe představit, kolik může tímto způsobem ušetřit energie.

Navrhnul jsem čtyři základní opatření zaměřené hlavně na minimalizaci nákladů na vytápění, které tvoří reálně asi polovinu veškeré spotřeby energií v prostoru. Tři z nich vedou ke snížení potřeby tepla na vytápění a čtvrté sníží jednak spotřebu energie jako takové, a dále též spotřebu neobnovitelné primární energie.

Důvod, proč jsem nenavrhl žádná opatření na úsporu teplé vody je, že míra spotřeby jak teplé, tak studené vody je především závislá na chování a zvyklostech uživatelů. Tím pádem je minimalizace samotné potřeby vody nejlevnější způsob snižování nákladů za energii na ohřev. Technologické řešení, jako např. výměna kotle za efektivnější zdroj tepla, či nákup úsporných výtokových armatur, bych proto zvažoval až v druhém kroku.

Ani elektrická energie nenabízí mnoho prostoru pro zlepšení. Je používána na provoz počítačů a dalších zařízení potřebných pro chod kanceláří. Zde by byla výměna za úspornější vybavení velmi komplikovaná a nákladná. Umělé osvětlení má díky použití lineárních zářivek dobrý vzájemný poměr mezi pořizovací cenou, spotřebou, výkonem a životností a případná výměna bude záviset na vývoji cen u nově zaváděných technologií. Uživatelé navíc nemají potřebu umělého osvětlení hojně využívat (v porovnání s typickými normovými hodnotami) a jeho energetická náročnost je i bez optimalizace zařazena do třídy A. Ani zde proto žádné opatření zatím nenavrhují. Systém chlazení bude vylepšen v rámci instalace nového zdroje tepla pro vytápění, viz níže.



## C.2 Doporučená opatření

### C.2.1 Zateplení obvodových konstrukcí

Všechny stěny ve styku s nevytápěným prostorem budou opatřeny 20 cm silnou vrstvou minerální vaty. Díky tomu se sníží potřeba tepla na vytápění v zimě, zmenší se vliv vysokých teplot v létě a z prostoru nebude tak rychle unikat chlad.

Zateplena bude také střecha v kontaktu s venkovním prostředím a nevytápěnou půdou. Šikmá střecha i strop budou zaizolovány taktéž 20 cm minerální vaty. Dopady budou podobné jako v případě stěn. Zateplení stropu je však více znatelné v zimních měsících, protože teplo stoupá vzhůru.

Nově přepočítané hodnoty součinitele prostupu tepla upravovaných konstrukcí, které jsem následně zanesl do výpočetního programu, je možné si prohlédnout v Tab. 3. Veškeré konstrukce, kromě části šikmé střechy na styku s exteriérem, nyní splňují i doporučené hodnoty součinitele dle normy ČSN 73 0540-1. Díky zateplení by se tedy klasifikace obálky budovy měla posunout zhruba o jednu energetickou třídu výše než je tomu nyní.

S1	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.850</b>	1.30
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Zdivo CP1	0.300	0.80	0.375	<b>0.171</b>	0.90
omítka VC	0.030	0.99	0.030		

S2	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.780</b>	0.60
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>0.173</b>	0.40
Ytong P3	0.050	0.18	0.278		

S3	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>6.327</b>	0.60
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Ytong P3	0.150	0.17	0.882	<b>0.158</b>	0.40

S4	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>6.045</b>	0.60
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Zdivo CP1	0.480	0.80	0.600	<b>0.165</b>	0.40

<b>S5</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>7.169</b>	0.60
Ytong P4	0.250	0.15	1.667	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Rockmin	0.200	0.039	5.128	<b>0.139</b>	0.40
SDK	0.0125	0.22	0.057		

<b>S6</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.502</b>	0.60
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>0.182</b>	0.40

<b>S7</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>6.038</b>	0.60
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Zdivo CP1	0.450	0.80	0.563	<b>0.166</b>	0.40
omítka VC	0.030	0.99	0.030		

<b>S8</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.502</b>	0.60
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>0.182</b>	0.40

<b>S9</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.633</b>	0.60
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Zdivo CP1	0.1500	0.80	0.188	<b>0.178</b>	0.40

<b>S10</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.820</b>	0.60
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Zdivo CP1	0.3000	0.80	0.375	<b>0.172</b>	0.40

<b>STRi</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.385</b>	0.30
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
				<b>0.186</b>	0.20

<b>STRe</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
SDK	0.0125	0.22	0.057	<b>5.325</b>	0.24
Rockmin	0.200	0.039	5.128	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
				<b>0.188</b>	0.16

<b>Pdl</b>	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	Ri [m2.K/W]	Rt [m2.K/W]	Ureq [W/m2.K]
PVC	0.0015	0.22	0.007	<b>0.726</b>	2.20
Mirelon	0.002	0.038	0.039	U [W/m2.K]	Urec [W/m2.K]
Cetris	0.0240	0.22	0.109	<b>1.378</b>	1.45
Prkna	0.044	0.22	0.200		
Omítka VC	0.03	0.99	0.030		

<b>O1</b>	Velux M08 GGU 0366			Uw [W/m2.K]	Ureq [W/m2.K]
Trojsklo				<b>1.000</b>	1.40
					Urec [W/m2.K]
					1.10

Tab. 3

### C.2.2 Nová okna

Do prostoru budou nainstalována nová okna značky Velux – typ GGU MK08 0366 se součinitelem prostupu tepla okna  $U_w$  udávaným  $1,0 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$ . Jedná se o bezúdržbové okno s izolačním trojsklem plněné argonem. Tato okna opět přispějí ke snížení potřeby tepla a podobně jako zateplení stěn a stropu zlepší klasifikaci obálky prostoru z pohledu průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em}$ .

### C.2.3 Tepelné čerpadlo

Bude použito tepelné čerpadlo vzduch-voda. Toto čerpadlo bude produkovat zhruba 60% tepla potřebného pro vytopení prostoru. Pracovat bude s ekologickým chladivem R410a. Jako bivalentní zdroj k němu bude sloužit stávající kotel Thermona Therm PRO 14 X.

Kvůli nutnosti prostor v letním období chladit byla zvolena forma vytápění teplovzdušná s vnitřními nástěnnými jednotkami, které podporují oba režimy. Díky tomu nebude potřeba zasahovat do stávajících potrubních rozvodů systému s otopnými tělesy a na rozdíl od něj bude reakce na aktuální požadavek uživatele velmi rychlá. Budou tedy nahrazeny stávající split systémy Midea a York s regulovaným chladivem R22. Vyřeší se tak problém se servisem těchto jednotek, značně se zvýší účinnost chladicího systému, sníží se negativní dopad na životní prostředí a nové jednotky nebudou tolik zatěžovat uživatele prostoru hlukem.

Vnitřní jednotky budou namontovány na stejných místech jako ty současné:

- **Hala 7.01**

Mitsubishi MSZ-FD25VA – chladicí výkon 2,5 kW, EER = 5,15

topný výkon 3,2 kW, COP = 5,25

(stávající jednotka York – chladicí výkon 2,1 kW, EER = 3,0)

- **Kancelář 7.03**

Mitsubishi MSZ-FD35VA – chladicí výkon 3,5 kW, EER = 4,12

topný výkon 4 kW, COP = 4,62

(stávající jednotka Midea – chladicí výkon 3,5 kW, EER = 2,69)








Jak je vidět na rozdílu faktorů stávajících a nových jednotek, úspora elektřiny nebude malá. Ta bude majiteli navíc účtována podle sazby D 56d, tedy s nízkým tarifem po dobu 22 hodin denně.

### C.3 Posouzení

Toto upravené řešení jsem následně znovu posoudil v programu Energie 2013 a došel k následujícím závěrům:

#### C.3.1 Úspora energie na vytápění

Vypočtená spotřeba energie na vytápění klesla z 5,009 MWh na 3,027 MWh/rok. Úspora energie tedy činí necelé 2 MWh ročně. Na Obr. 23 je vidět, že dílčí dodaná energie na vytápění je nyní nižší než referenční hodnota a energetická třída by tedy byla C. V grafické části průkazu se opět setkáváme s klasifikací podle hodnot pro novou budovu a najdeme tak zde třídu D - Obr. 22. Když ještě přihlédneme k odchylce výpočtu od reálné spotřeby v předchozí části práce, tak se energetická třída vytápění posune ještě o jeden stupeň vzhůru, čili do B resp. C.

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{em}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Dílčí dodané energie			Měrné hodnoty	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
							
Mimořádně úsporná							
<b>A</b>							13
<b>B</b>							
<b>C</b>	0,21					18	
<b>D</b>		29					
<b>E</b>							
<b>F</b>							
<b>G</b>							
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		3,02	0,31			1,94	1,42

Obr. 22

### b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[MWh/rok]	1,711	2,345		1,143	x	x			0,221	0,221	x	x
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[MWh/rok]	3,145	2,921		0,311					2,321	1,949	5,370	1,422
(3)	Pomocná energie	[MWh/rok]	0,105	0,106										
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3)	[MWh/rok]	3,235	3,027		0,311					2,321	1,949	5,370	1,422
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> .rok)]	31	29		3					22	18	51	13

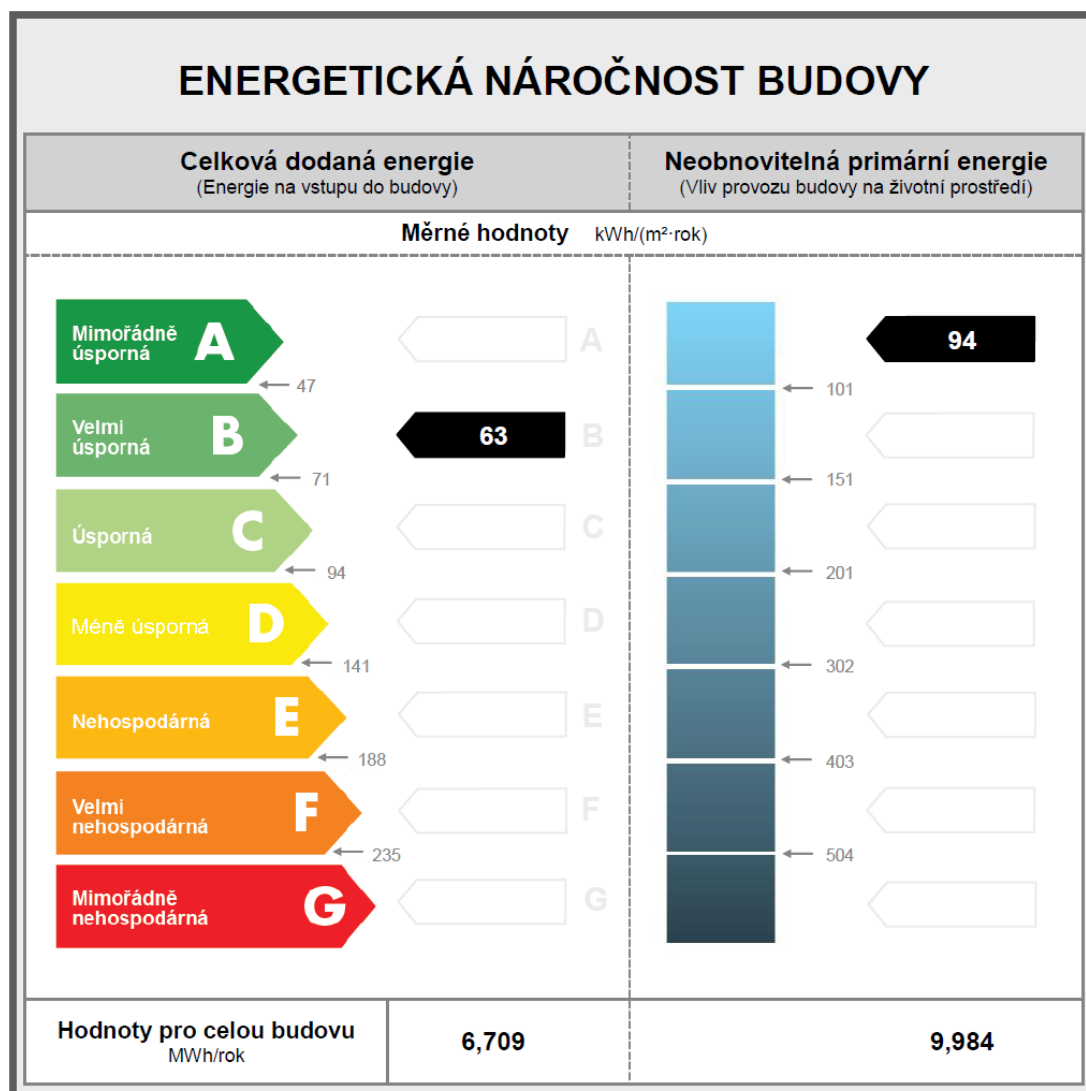
Obr. 23

### C.3.2 Úspora energie na chlazení

Na Obr. 23 je vyznačena nově vypočtená hodnota spotřeby energie pro chlazení 0,311 MWh ročně. Úspora je zde oproti předchozímu řešení jen 58 kWh za rok. Hlavní důvod pro nový systém chlazení byla ale úspora na straně vytápění, která je oproti této více než třicetinasobná. Největší přínos výměny jednotek proto vidím ve snížení dopadu na životní prostředí, díky odstranění stávajícího systému, a zlepšení komfortu uživatelů skrze nižší hladinu akustického tlaku při provozu, na kterou je kladen v kancelářských prostorech zvláštní důraz.

### C.3.3 Celková energie

Energeticky úsporná opatření se podepsala na zatřídění celkové dodané energie do budovy a neobnovitelné primární energie posunem v obou případech o stupeň výše oproti současnému stavu. Celková úspora dodané energie je 2,04 MWh a 3,457 MWh neobnovitelné energie ročně. Vyšší úspora neobnovitelné primární energie je důsledkem instalace tepelného čerpadla s výborným topným faktorem.



Obr. 24

### C.3.4 Klasifikace obálky budovy

Po provedení výše vypsanych opatření bude obálka budovy zařazena do třídy B, jak je vidět na štítku obálky budovy v části B.11.4 na Obr. 21, případně C z pohledu nové budovy, viz Obr. 22. Pro představu by teprve nyní byly splněny všechny tři požadavky na energetickou náročnost budovy při žádosti o stavební povolení pro novou stavbu.

## Závěr

V teoretické části práce jsem se pokusil vytvořit srozumitelný náhled do problematiky chladičů. Díky tomuto zadání jsem byl nucen se kompresorovým chlazením více zabývat i ze strany strojního inženýrství a rozšířil jsem si tak obzor i tímto směrem. Zarazilo mne však, že v češtině není z poslední doby k dispozici publikace, která by se tímto tématem zabývala, a musel jsem se spolehnout kromě knihy od Prof. Dvořáka z roku 1986 pouze na internetové zdroje.

Záměrem praktické části práce bylo seznámit se hlouběji s problematikou zpracovávání nového průkazu energetické náročnosti budov a porozumění procesu výpočtu. Práce s výpočtním programem Energie 2013 nebyla těžká, program je relativně jednoduchý, přehledný a disponuje zdařilým systémem nápovědy, která nejen vysvětlí, co zadávaná hodnota pro výpočet znamená, ale často také nabídne typické normové hodnoty pro danou situaci. Jednoduchost programu se ale podepsala na nepraktickém způsobu tvorby výsledných protokolů.

Na modelovém případě podkrovních kancelářských prostor jsem si díky záznamům spotřeb energie od majitele mohl své výpočty následně porovnat s realitou. Zjistil jsem, že typické hodnoty pro výpočet uváděné v normě TNI 730331 jsou určeny především pro snadné a jednotné porovnávání a následnou klasifikaci systémů budov a ne vždy vystihují danou skutečnost. Uživatel tedy může ve výsledku spotřebovat poměrně rozdílné množství energie v závislosti na jeho zvyklostech.

Pomocí následných navrhovaných opatření by bylo možno ušetřit zhruba 2 MWh energie ročně, což představuje téměř čtvrtinu současné celkové spotřeby. S ohledem na rok výstavby prostoru (2003) by samozřejmě nebyla opatření rentabilní, budou však sloužit jako optimalizovaná varianta pro plánované rozšiřování prostoru.

Při zpracovávání historie měřených spotřeb energie jsem se rozhodl výsledné křivky konfrontovat s průběhem venkovních teplot ve stejném období, které jsem získal z GPS stanice TUBO umístěné na střeše fakulty stavební VUT v Brně. Byl jsem překvapen přesností odezvy budovy na změnu teploty, zvláště vzhledem k tomu, že se jednalo o dva naprosto nezávislé zdroje.

Díky své bakalářské práci jsem si rozšířil obzory především v tématice energetického hodnocení. Tato problematika mě zaujala natolik, že bych se jí chtěl věnovat hlouběji i v diplomové práci, kde mám v plánu se zaměřit na zbytek hodnoceného bytového domu, a možná bude v té době dokončena i druhá etapa přestavby podkroví na kanceláře a uvidím, jaké řešení majitel nakonec realizoval.



## Použité zdroje

- [1] Z. DVOŘÁK, Základy chladicí techniky, Praha: SNTL, 1986.
- [2] „MM Průmyslové spektrum“ [Online]. Available: <http://www.mmspektrum.com/clanek/oleje-pro-chladici-kompresory.html>. [Přístup dne 22. duben 2014].
- [3] ČSN EN 378-1+A2, Chladicí zařízení a tepelná čerpadla - Bezpečnostní a environmentální požadavky, 2012.
- [4] „JDK“ [Online]. Available: [http://www.jdk.cz/system/files/ftp/ar\\_articles/AR002\\_CZ%2520Refrig\\_%2526\\_Terms.pdf](http://www.jdk.cz/system/files/ftp/ar_articles/AR002_CZ%2520Refrig_%2526_Terms.pdf). [Přístup dne 22. duben 2014].
- [5] „Annenberg learner“ [Online]. Available: [http://www.learner.org/courses/envsci/unit/text.php?unit=11&secNum=10#ozone\\_depletion](http://www.learner.org/courses/envsci/unit/text.php?unit=11&secNum=10#ozone_depletion). [Přístup dne 22. duben 2014].
- [6] „The Ozone Hole“ [Online]. Available: <http://www.theozonehole.com/ozonedestruction.htm>. [Přístup dne 22. duben 2014].
- [7] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1005/2009, O látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, 2009.
- [8] „TZB-info“ [Online]. Available: <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/5666-nahrada-za-chladivo-r22-na-co-je-nutno-davat-pozor-dil-i>. [Přístup dne 22. duben 2014].
- [9] „Google Maps“ [Online]. Available: [maps.google.com](http://maps.google.com) [Přístup dne 22. duben 2014].
- [10] „TUBO permanentní GPS stanice“ [Online]. Available: <http://tubo.fce.vutbr.cz/new/meteoExport.asp>. [Přístup dne 20. leden 2014].
- [11] Vyhláška 78/2013 Sb., O energetické náročnosti budov.
- [12] „IPCC WGI TSU University of Bern“ [Online]. Available: <https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/publications/wg1-ar4/ar4-wg1-errata.pdf>. [Přístup dne 22. duben 2014].

## Seznam použitých zkratek a symbolů

CFC	tvrdé freony	
<i>COP</i>	topný faktor	[-]
č.	číslo	
<i>d</i>	tloušťka vrstvy	[m]
<i>EER</i>	chladicí faktor	[-]
ENB	energetická náročnost budovy	
GPS	Globální polohovací systém	
<i>GWP</i>	potenciál globálního oteplování Země	[-]
<i>h</i>	entalpie	[kJ/kg]
HCFC	měkké freony	
HFC	částečně fluorované uhlovodíky	
$\lambda$	součinitel tepelné vodivosti	[W.m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]
<i>ODP</i>	potenciál rozkladu ozonu	[-]
<i>p</i>	pracovní tlak	[bar]
<i>P</i>	příkon	[W]
<i>q</i>	objemová chladivost	[kJ/m <sup>3</sup> ]
<i>Q</i>	teplo	[J]
<i>R</i>	tepelný odpor	[m <sup>2</sup> K.W <sup>-1</sup> ]
resp.	respektive	
<i>s</i>	entropie	[J/K]
SDK	sádrokarton	
str.	strana	
<i>T</i>	teplota	[°C]
<i>TEWI</i>	celkový ekvivalentní dopad na globální oteplování	[-]
<i>U</i>	součinitel prostupu tepla	[W.m <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ]

## Seznam příloh

1. Technický list split jednotky YORK MHC 07P
2. Průběhy venkovních teplot v Brně za roky 2011-2013
3. Průběhy spotřeb plynu a elektřiny v hodnoceném prostoru
4. Protokol k energetickému štítku obálky budovy
5. Protokol k výpočtu – Energie 2013 – stávající stav
6. Protokol k výpočtu – Energie 2013 – referenční budova
7. Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy – stávající stav
8. Protokol k výpočtu – Energie 2013 – doporučené řešení
9. Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy – doporučené řešení

Модели		Внутренний блок	МНС - МНН						
		07P	09P	12P	18P	25P	35P		
		Наружный блок	МОС - МОН						
		07	09	12	18	25	35		
Производительность	Охлаждение	BTU/ч	7 200	9 100	11 500	17 100	22 300	30 000	
		кВт	2,1	2,6	3,4	5,0	6,5	8,7	
	Обогрев	BTU/ч	7 500	9 500	12 100	17 700	23 200	31 000	
		кВт	2,1	2,6	3,4	5,2	6,8	9,0	
Компрессор	Тип		Ротационный				Поршневой		
Хладагент		R22							
Тип и расположение дросселирующего устройства		Капилляр / наружный блок						Дроссель/внутр.	
Питание		В/Ф/Гц	220-240 / 1 / 50						380-415/3/50
Потребляемая мощность		кВт	0,7	0,85	1,2	1,9	2,8	3,3	
Номинальный ток		А	3,5	4,5	5,6	8,5	11,5	6,6	
Пусковой ток		А	17,4	23,4	28,4	42	69	41	
Предохранитель (АМ)		А	10	10	10	16	20	10	
Расход воздуха (внутренний блок)		м³/ч	360	380	430	670	700	1 300	
Уровень шума на расстоянии 2,5 м	Внутренний блок	дБА	30 / 33 / 35	31 / 34 / 36	36 / 37 / 39	39 / 41 / 43	42 / 44 / 47	53 / 56 / 58	
	Наружный блок		34	34	38	56	57	57	
Пульт управления		Беспроводной пульт дистанционного управления с ЖК дисплеем							
Диам. патрубка для трубы отвода конденсата, вн / нар., мм		12 / 16,5							
Размеры	Вн. бл / нар. бл.	В (мм)	290 / 492	290 / 492	290 / 492	315 / 590	315 / 696	356 / 900	
		Ш (мм)	799 / 764	799 / 764	799 / 764	1 019 / 820	1 019 / 850	1 156 / 850	
		Г (мм)	181 / 230	181 / 230	181 / 230	180 / 280	180 / 285	203 / 285	
Масса нетто	Внутренний блок	кг	8	8	8	12	12	23	
	Наружный блок		34	36	38	59	65	76	
Трубопровод	Тип соединения		развальцовка						
	Диаметр	Газ	3/8"	3/8"	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	
		Жидкость	1/4"	1/4"	1/4"	3/8"	3/8"	3/8"	
Максимальная длина трубопровода		м	12	15	18	18	25	25	
Количество хладагента в системе		г	620/650	900/1 000	920/1 050	1 650	1 750	2 600	
Удаление влаги		л/ч	1,1	1,3	1,7	2,5	3,2	4,5	

Номинальная холодопроизводительность измерена при следующих условиях: температура внутреннего воздуха 27°C по сухому термометру, 19°C по влажному термометру, температура наружного воздуха 35°C по сухому термометру.

Номинальная теплопроизводительность измерена при следующих условиях: температура внутреннего воздуха 21°C по сухому термометру, температура наружного воздуха 7°C по сухому термометру, 6°C по влажному термометру, длина трубопровода 5 м.

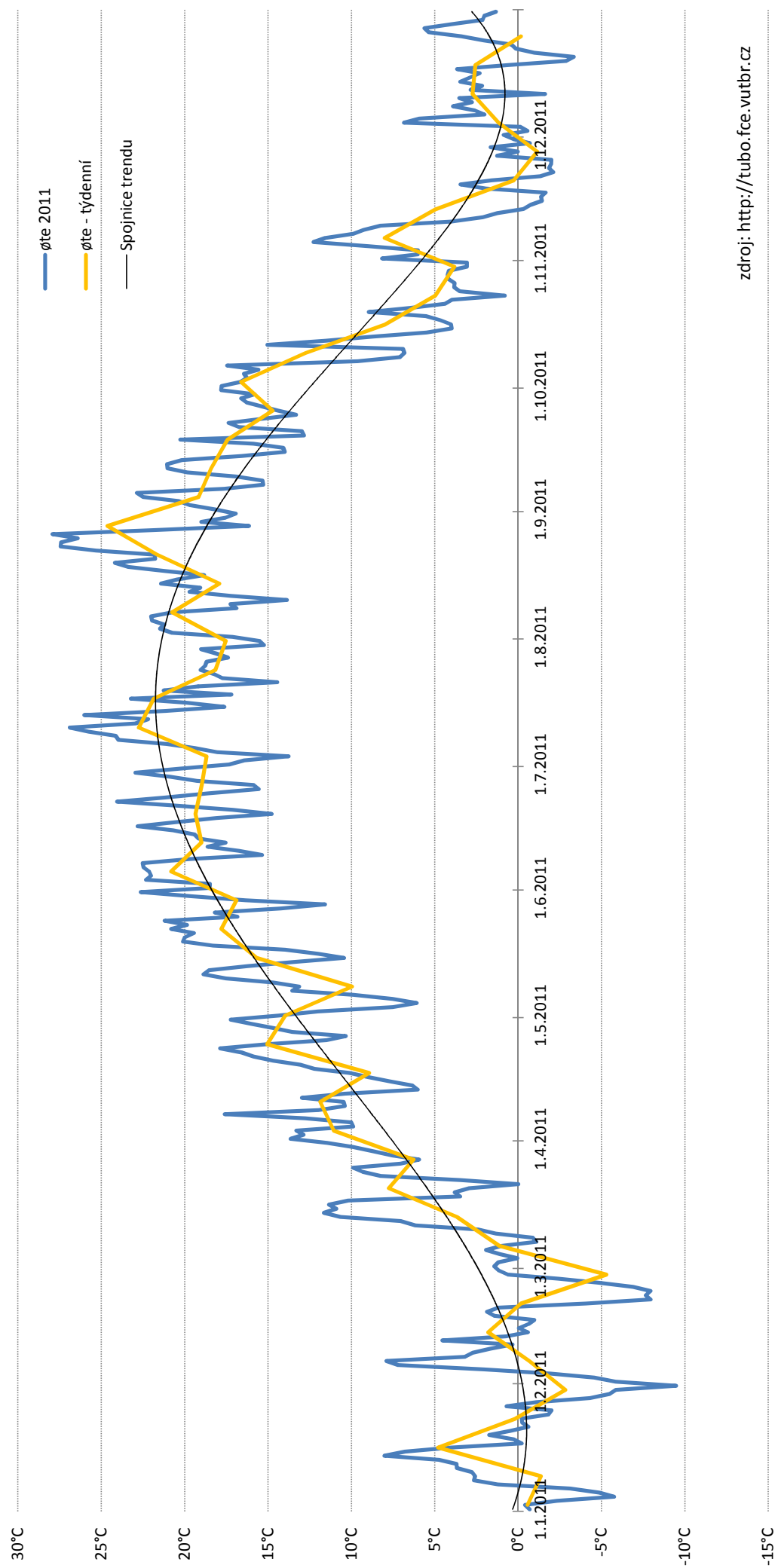
## Дополнительные принадлежности:

- Дренажный насос
- Комплект для напольного монтажа
- Комплект для настенного монтажа
- Комплект фреоновго трубопровода
- Проводной пульт дистанционного управления
- Электростатический воздушный фильтр тонкой очистки
- Низкотемпературный комплект (кроме типоразмера 07)

Устанавливается на модели в исполнении «Low ambient line», дополнительная принадлежность для стандартных моделей.

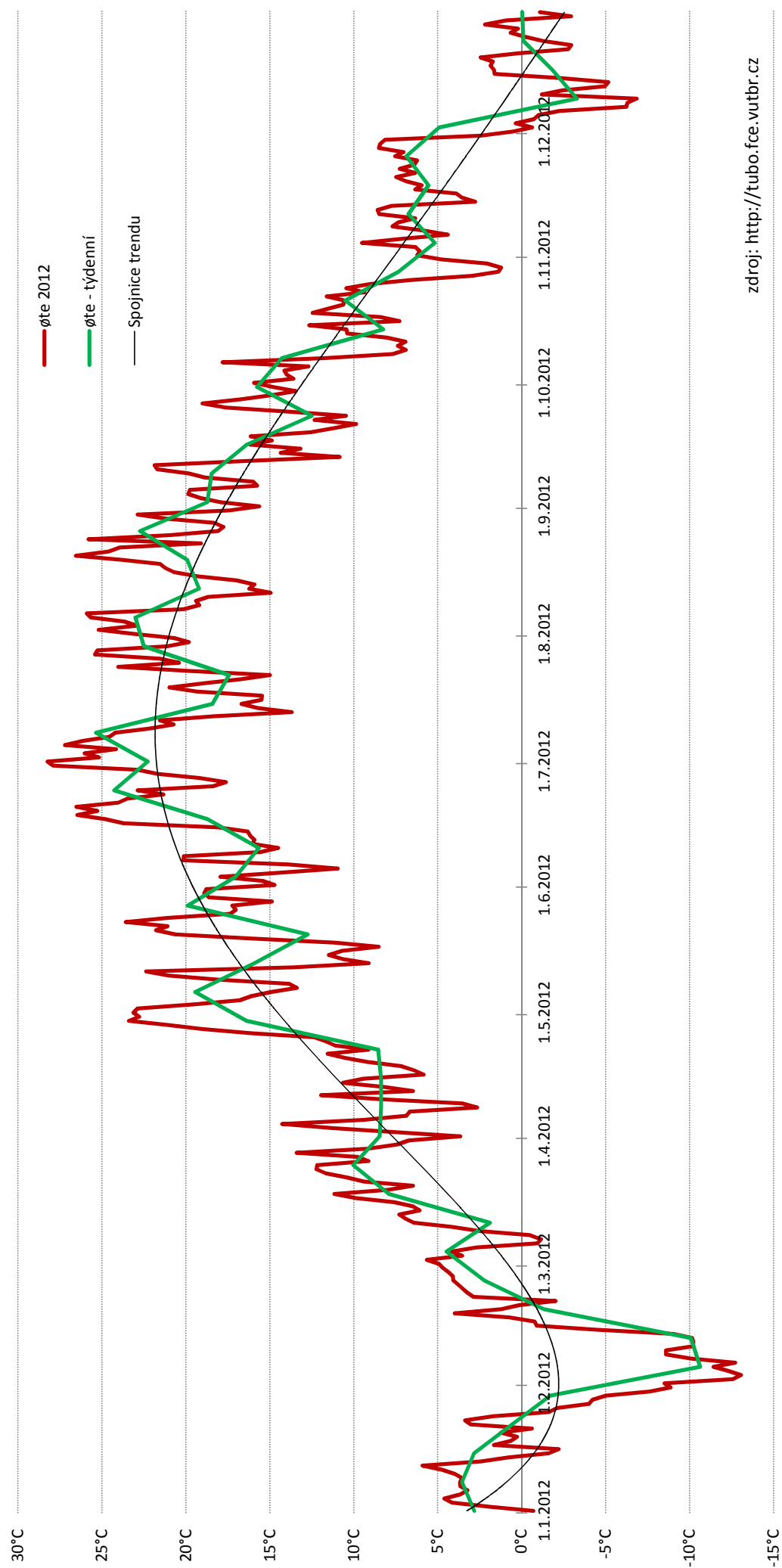


## Teploty v Brně 2011

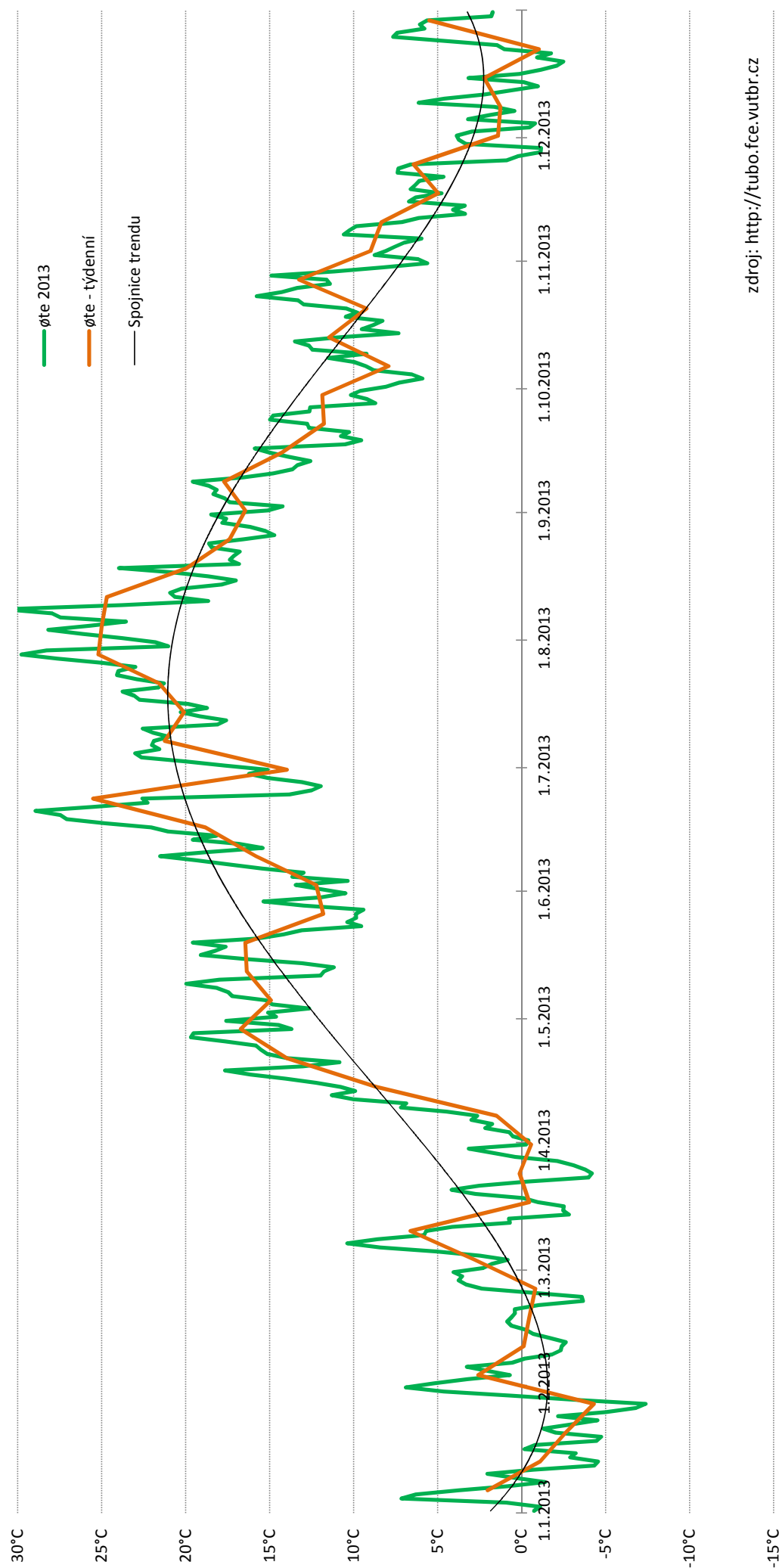


zdroj: <http://tubo.fce.vutbr.cz>

## Teploty v Brně 2012

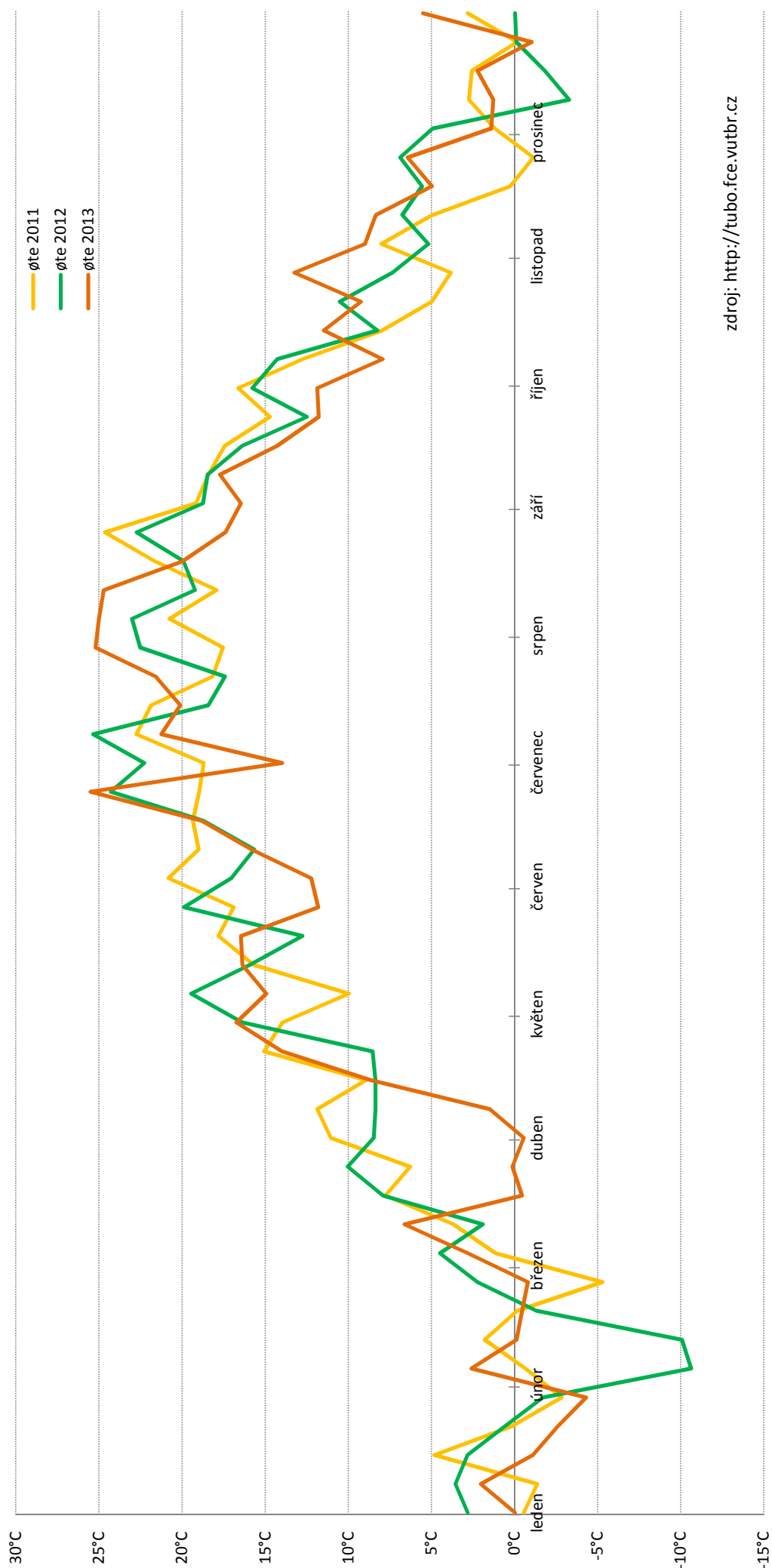


## Teploty v Brně 2013



zdroj: <http://tubo.fce.vutbr.cz>

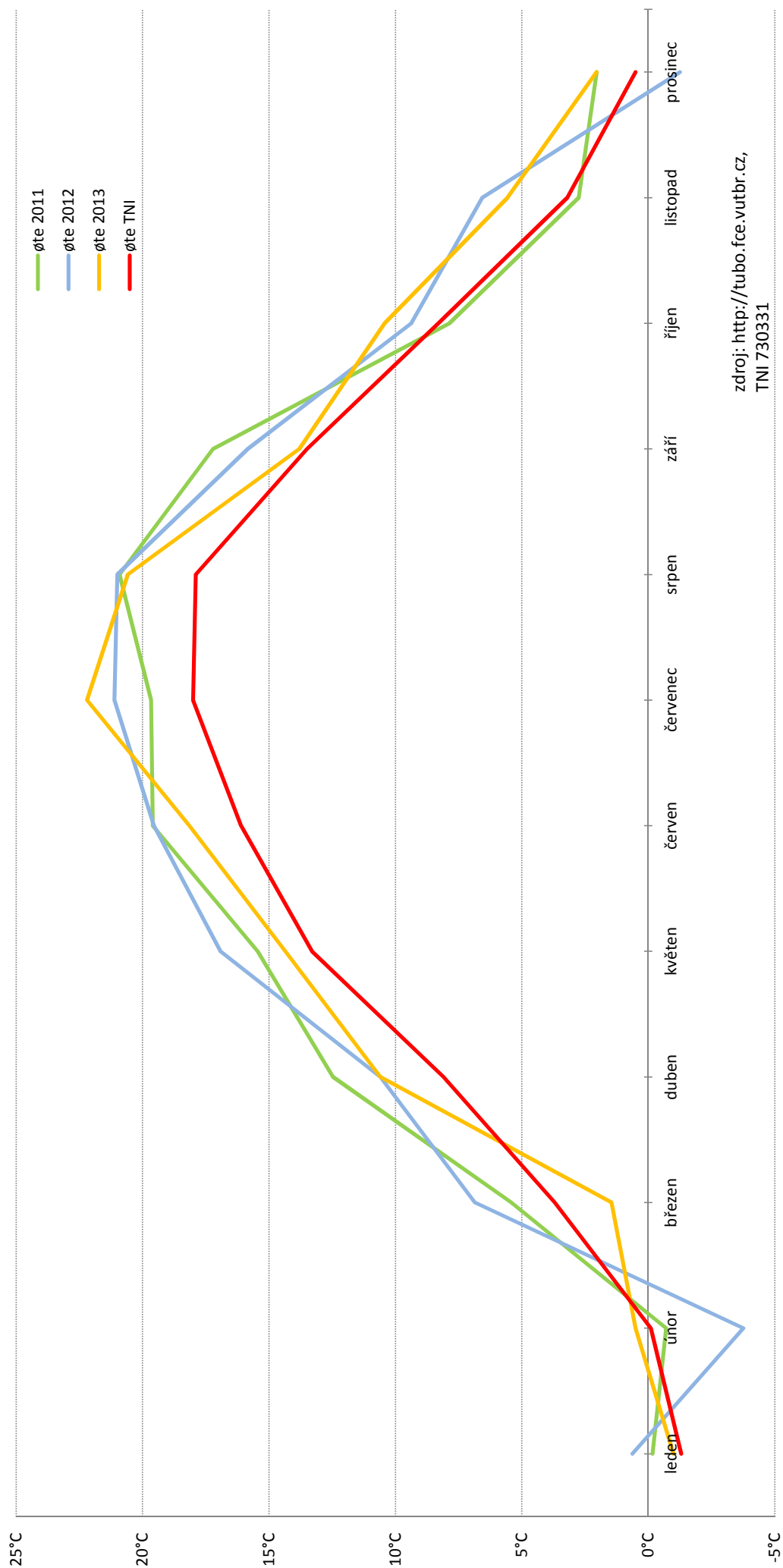
## Průměrné týdenní teploty v Brně během roku



zdroj: <http://tubo.fce.vutbr.cz>

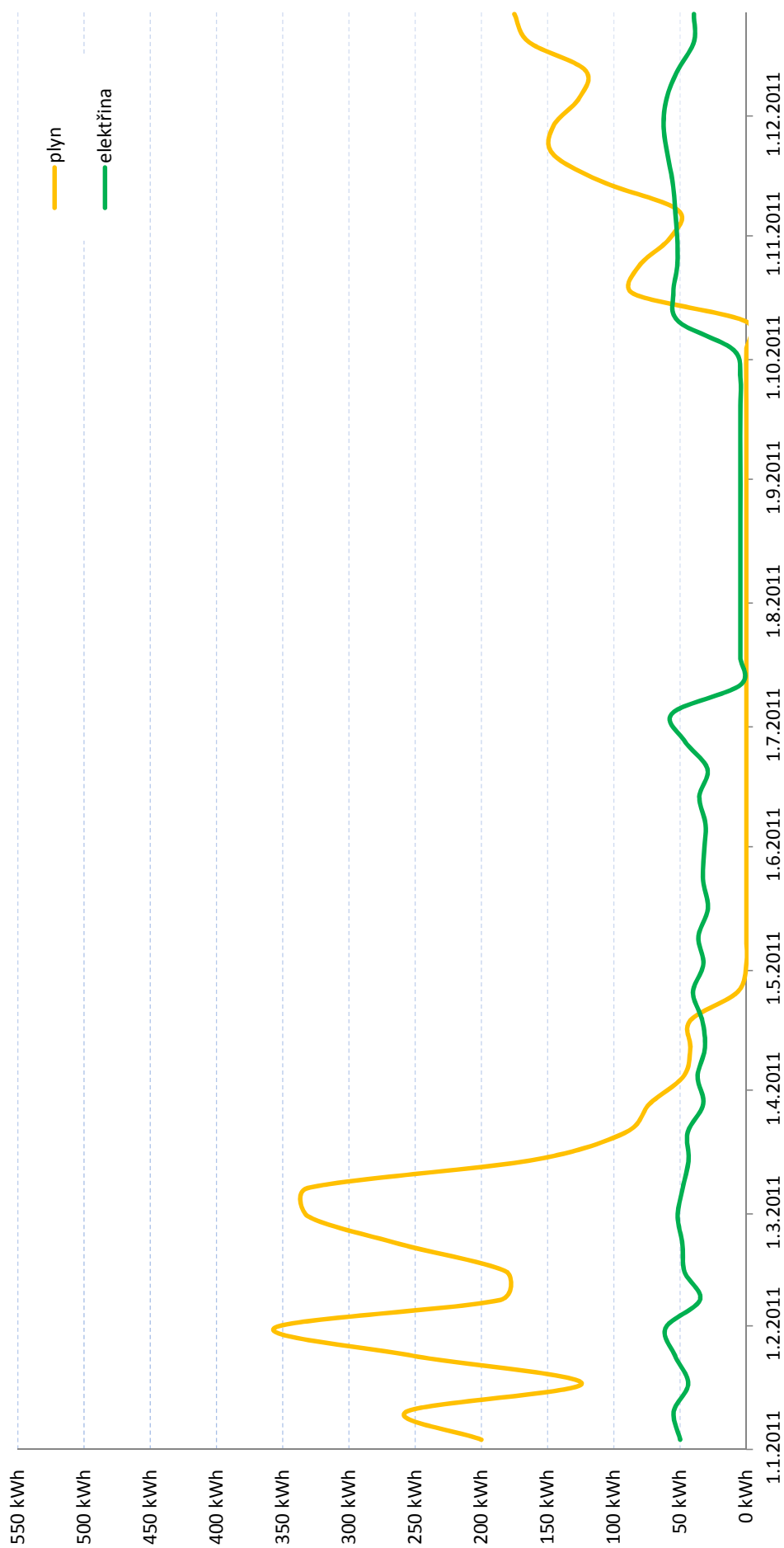


## Průměrné měsíční venkovní teploty

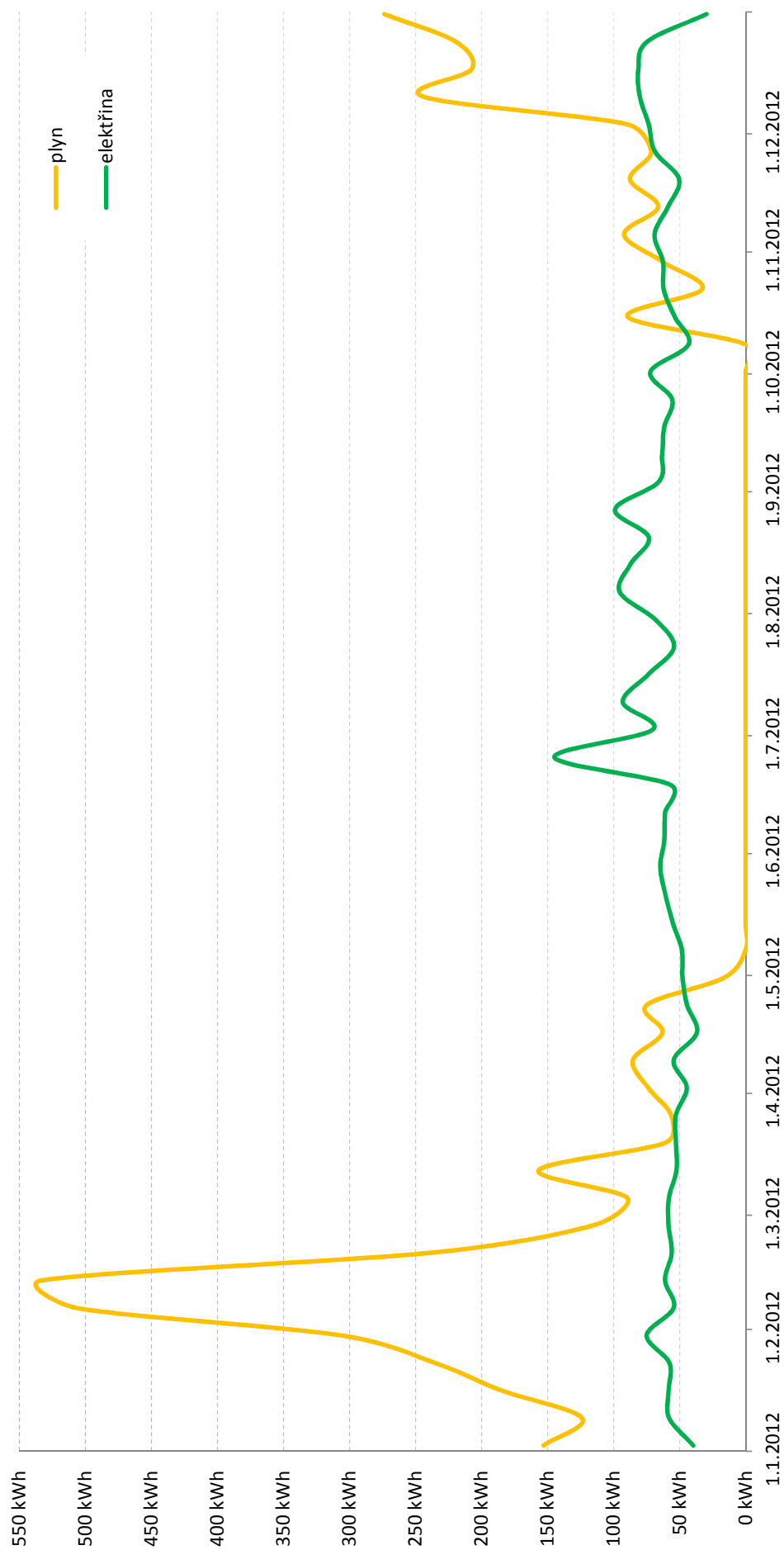


zdroj: <http://tubo.fce.vutbr.cz>,  
TNI 730331

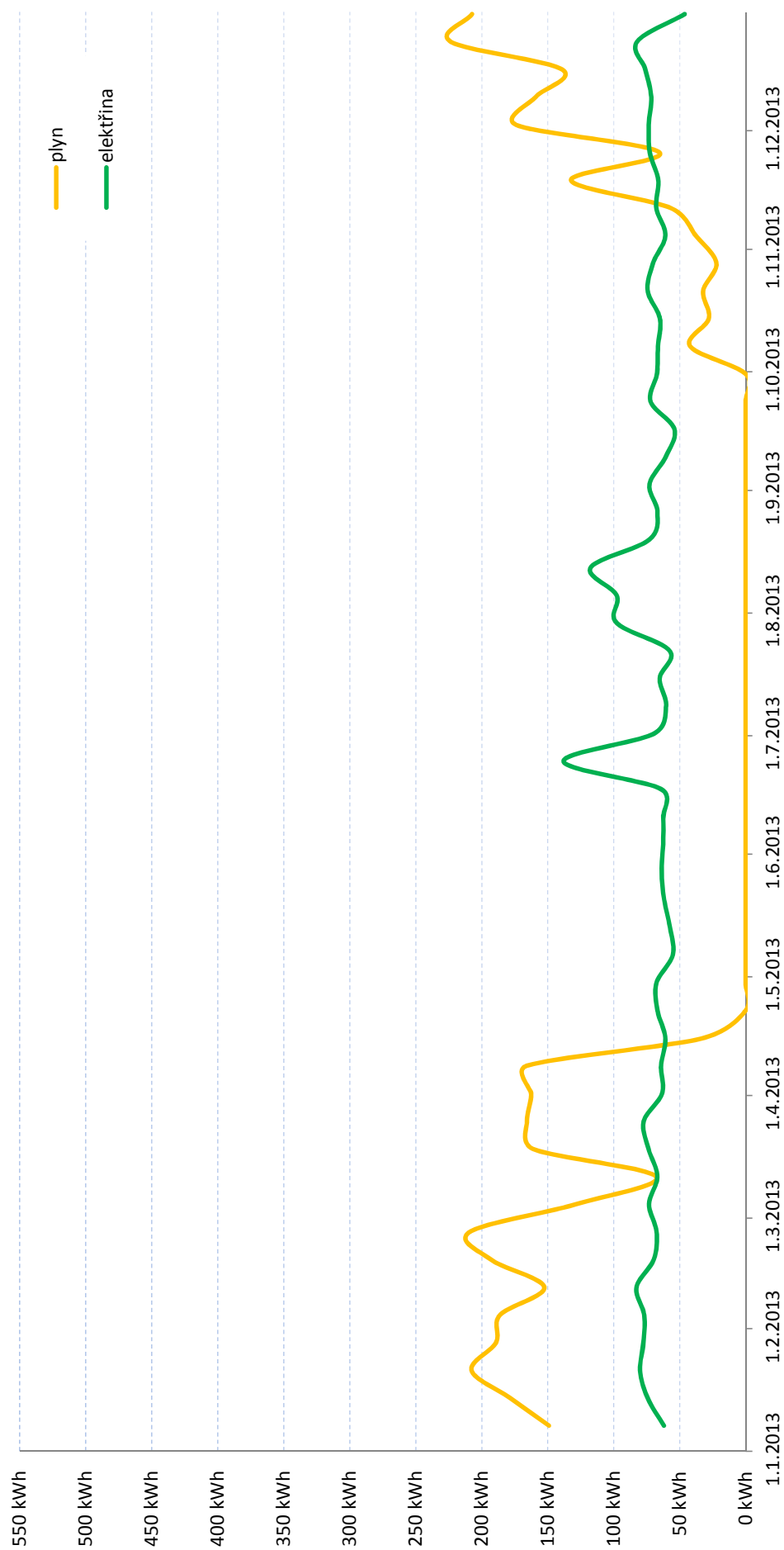
## Týdenní spotřeby za rok 2011



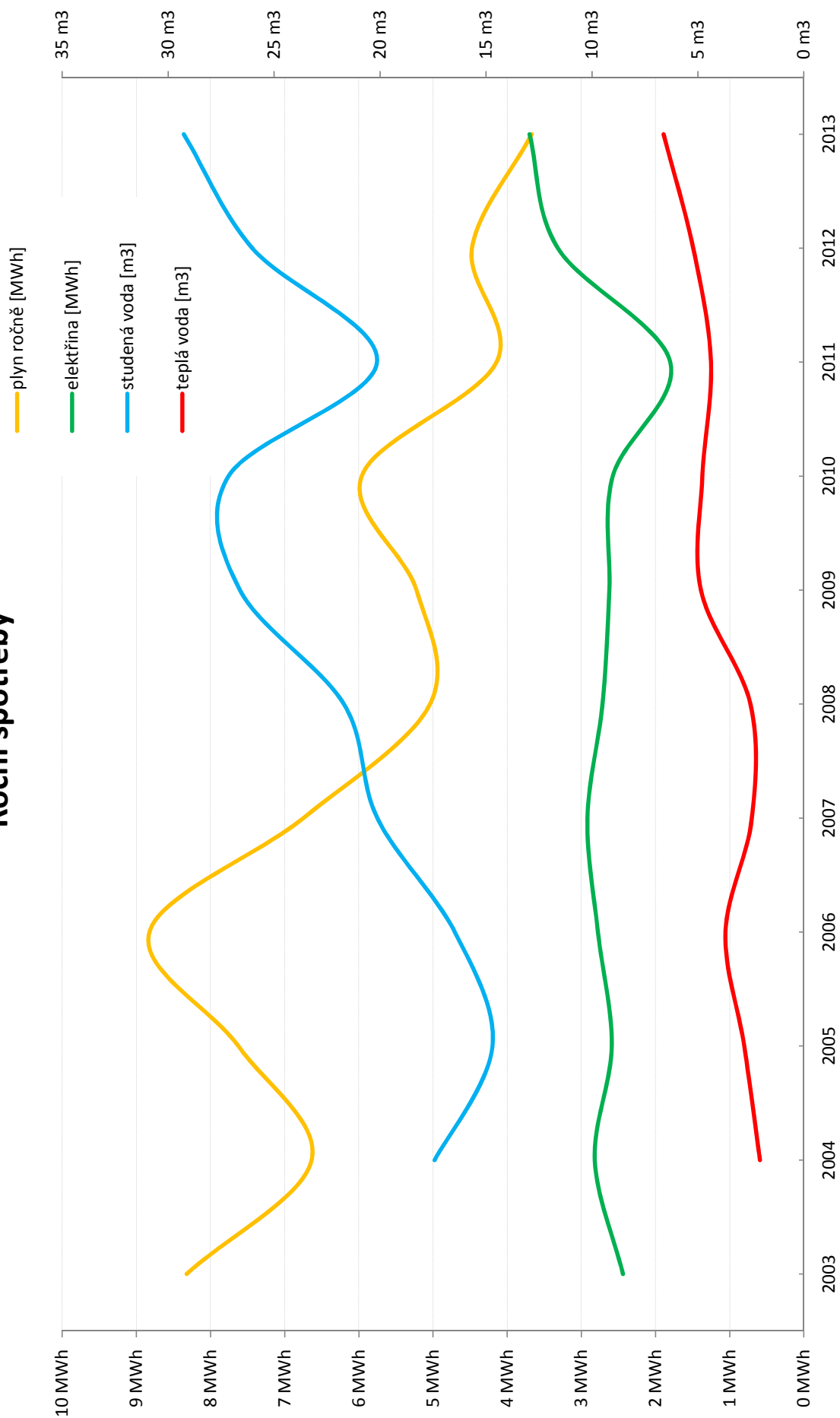
## Týdenní spotřeby za rok 2012



## Týdenní spotřeby za rok 2013



## Roční spotřeby



## Protokol k energetickému štítku obálky budovy

## Identifikační údaje

Druh stavby	Bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Křenová 42, 602 00 Brno
Katastrální území a katastrální číslo	Trnitá [610950], č.kat. 7/1
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	
Adresa	,
Telefon / E-mail	/

### Charakteristika budovy

Objem budovy <b>V</b> - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	277,6 m <sup>3</sup>
Celková plocha <b>A</b> - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	199,4 m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy <b>A / V</b>	0,72 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Typ budovy	ostatní
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{in}$	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	-12 °C

## Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

[illegible]

(pokračování)

(pokračování)

			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
Celkem	199,4				62,2

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

### Stanovení prostupu tepla obálky budovy

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	62,2
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla <math>U_{em} = H_T / A</math></b>	<b>W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,31</b>
Požadavek ČSN 730540-2 byl stanoven: na základě hodnoty $U_{em,N,20}$ a působících teplot		
Výchozí požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 pro rozmezí $\theta_{lm}$ od 18 do 22 °C $U_{em,N,20}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,32
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,24
<b>Požadovaný součinitel prostupu tepla <math>U_{em,N}</math></b>	<b>W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,32</b>

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

### Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Veličina	Jednotka	Hodnota
A – B	$0,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,16</b>
B – C	$0,75 \cdot U_{em,N}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,24</b>
C – D	$U_{em,N}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,32</b>
D – E	$1,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,48</b>
E – F	$2,0 \cdot U_{em,N}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,64</b>
F – G	$2,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,80</b>

Klasifikace: C - vyhovující

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 22.4.2014

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Marek Sluka

IČ:

Zpracoval:

Podpis: .....

Tento protokol a stavebně energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.



# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Bytový dům Křenová 42, 602 00 Brno				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 106,0 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
<div><div><div>CI</div><div>Velmi úsporná</div><div><div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div><div>0,5</div><div>0,75</div><div>1,0</div><div>1,5</div><div>2,0</div><div>2,5</div><div>Mimořádně ne<span>­</span>hospodárná</div></div></div></div> <td>0,97</td> <td colspan="2">0,66</td>				0,97	0,66	
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ <div><math>U_{em} = H_T / A</math></div>				0,31	0,21	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				0,32	0,32	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{em}$	0,16	0,24	0,32	0,48	0,64	0,80
Platnost štítku do: 22.4.2024			Datum vystavení štítku: 22.4.2014			
Štítek vypracoval(a):		Marek Sluka (Kvalifikace)				

# VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540

a podle ČSN EN ISO 13790 a ČSN EN 832

## Energie 2013

Název úlohy: **Půdní vestavba BD Křenová - STÁVAJÍCÍ**  
Zpracovatel: Marek Sluka  
Zakázka:  
Datum: 22.4.2014

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1  
Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

### Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184,0	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324,0	324,0	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67,0	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,3 C	29,5	29,5	96,5	96,5
únor	28	-0,1 C	53,3	53,3	147,6	147,6
březen	31	3,7 C	107,3	107,3	232,9	232,9
duben	30	8,1 C	181,4	181,4	311,0	311,0
květen	31	13,3 C	235,8	235,8	332,3	332,3
červen	30	16,1 C	254,2	254,2	316,1	316,1
červenec	31	18,0 C	238,3	238,3	308,2	308,2
srpen	31	17,9 C	203,4	203,4	340,2	340,2
září	30	13,5 C	127,1	127,1	248,8	248,8
říjen	31	8,3 C	77,8	77,8	217,1	217,1
listopad	30	3,2 C	33,8	33,8	121,7	121,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	21,6	83,2	83,2

## PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :

### PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :

#### Základní popis zóny

Název zóny:	Kanceláře
Typ zóny pro určení Uem,N:	jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	bytový dům
Typ hodnocení:	jiný účel posouzení
Geometrie (objem/podlah.pl.):	277,61 m3 / 86,0 m2
Celk. energet. vztažná plocha:	105,96 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	165,0 kJ/(m2.K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 21,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ano
Typ vytápění:	přerušované s přestávkou 108,0 hodin v týdnu
Chlazení je v provozu min.:	5,0 dní v týdnu
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	576 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none"><li>· produkci tepla: 5,0+10,0 W/m2 (osoby+spotřebiče)</li><li>· časový podíl produkce: 40+30 % (osoby+spotřebiče)</li><li>· zohlednění spotřebičů: jen zisky</li><li>· minimální přípustnou osvětlenost: 500,0 lx</li><li>· příkon osvětlení: 569,4 W (využito 2500,0 h/rok)</li><li>· prům. účinnost osvětlení: 10 %</li><li>· spotřebu nouzového osvětlení: 0,0 kWh/(m2.a)</li><li>· další tepelné zisky: 0,0 W</li></ul>
Teplo na přípravu TV:	794,2 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"><li>· roční potřebu teplé vody: 4,8 m3</li><li>· teplotní rozdíl pro ohřev: (50,0 - 10,0) C</li></ul>
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

#### Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 94,0 %
Název zdroje tepla:	Plynový kotel Therm PRO 14 X (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	92,0 %
Příkon čerpadel vytápění:	19,8 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,1 / 0,0 W

#### Zdroje chladu v zóně

Chlazení je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	100,0 % / 100,0 %
Název zdroje chladu:	Split York (podíl 41,7 %)
Parametr EER:	3,0
Souč. příkonu chlazení kond.:	0,045 kW/kW
Souč. provozu zpět. chlazení:	0,9
Název zdroje chladu:	Split Midea (podíl 58,3 %)
Parametr EER:	2,7
Souč. příkonu chlazení kond.:	0,045 kW/kW
Souč. provozu zpět. chlazení:	0,9
Příkon čerpadel a zpět. chlazení:	0,0 + 0,0 W
Příkon regulace/emise chladu:	0,0 / 0,0 W

### Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	Kotel plynový (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost zdroje přípravy TV:	92,0 %
Délka rozvodů TV:	32,0 m
Měrná tep. ztráta rozvodů TV:	134,6 Wh/(m.d)
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W

### Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	222,088 m <sup>3</sup>
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %
Typ větrání zóny:	přirozené
Minimální násobnost výměny:	0,5 1/h
Návrhová násobnost výměny:	0,5 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv:	36,645 W/K, resp. 36,645 W/K (pro režim vytápění, resp. chlazení)

### Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	b [-]	U,N [W/m <sup>2</sup> K]
Střecha šikmá	23,81	0,233	1,00	0,240
Strop k půdě	61,29	0,229	0,78	0,300
Stěna 1	17,58	0,304	0,19	1,300
Stěna 2	24,85	0,173	0,78	0,300
Stěna 3	4,26	0,158	0,78	0,300
Stěna 4	12,12	1,091	0,78	0,300
Stěna 5	3,45	0,217	0,78	0,300
Stěna 6	12,47	0,340	0,78	0,300
Stěna 7	7,16	0,288	0,78	0,300
Stěna 8	11,93	0,182	0,78	0,300
Stěna 9	10,34	0,178	0,31	1,300
Dveře na chodbu	1,8	2,000	0,19	3,500
Dveře na půdu	1,6	2,400	0,78	1,700
S-Jednoduché okno s dvojsklem	4,48 (0,8x1,4 x 4)	1,400	1,00	1,400
V-Jednoduché okno s dvojsklem	2,24 (0,8x1,4 x 2)	1,400	1,00	1,400

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A \* DeltaU,tbm).  
Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m<sup>2</sup>K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 52,587 W/K  
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 9,969 W/K

### Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	g/alfa [-]	Fgl [-]	Fc,vyt/Fc,chlaz [-]	Fs [-]	Orientace
S-Jednoduché okno s dvojsklem	4,48	0,75	0,7	1,0/1,0	1,0	S (90 st.)
V-Jednoduché okno s dvojsklem	2,24	0,75	0,7	1,0/1,0	1,0	V (90 st.)
Střecha šikmá	23,81	0,93	---	---	1,0	SV (90 st.)
Strop k půdě	61,29	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 1	17,58	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 2	24,85	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 3	4,26	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 4	12,12	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 5	3,45	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 6	12,47	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 7	7,16	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 8	11,93	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 9	10,34	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Dveře na chodbu	1,8	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Dveře na půdu	1,6	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	82,2	173,9	353,5	555,6	714,3	751,3
Zátěž (chlazení):	86,7	182,2	370,1	583,7	750,8	790,7
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	720,5	631,2	410,0	265,2	108,3	52,7
Zátěž (chlazení):	757,4	662,6	429,7	277,2	113,5	56,0

## PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

### VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: Kanceláře  
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 21,0 C  
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ano  
 Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 36,645 W/K  
 Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový  
 měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb: 62,556 W/K  
 Ustálený měrný tok zeminou Hg: ---  
 Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu: ---  
 Měrný tok Trombeho stěnami H,tw: ---  
 Měrný tok větranými stěnami H,vw: ---  
 Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti: ---  
 Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt: ---  
**Výsledný měrný tok H: 99,200 W/K**

### Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	5,659	1,747	0,082	1,829	0,989	100,0	2,944
2	4,824	1,483	0,174	1,656	0,987	100,0	2,392
3	4,331	1,559	0,353	1,913	0,971	100,0	1,678
4	3,060	1,437	0,556	1,992	0,916	100,0	0,650
5	1,780	1,426	0,714	2,140	0,708	57,9	0,095
6	1,003	1,361	0,751	2,112	0,475	0,0	---
7	0,531	1,406	0,720	2,127	0,250	0,0	---
8	0,558	1,426	0,631	2,057	0,271	0,0	---
9	1,671	1,444	0,410	1,854	0,742	56,4	0,105
10	3,109	1,555	0,265	1,820	0,936	100,0	0,806
11	4,320	1,585	0,108	1,693	0,980	100,0	1,902
12	5,181	1,739	0,053	1,792	0,986	100,0	2,554

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

**Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 13,126 GJ** (s vlivem přeruš. vytápění)

**Potřeba chladu na chlazení po měsících:**

Měsíc	Q,C,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,C [-]	fC [%]	Q,C,nd[GJ]
1	5,925	1,747	0,087	1,834	0,310	0,0	---
2	5,064	1,483	0,182	1,665	0,329	0,0	---
3	4,597	1,559	0,370	1,929	0,420	0,0	---
4	3,317	1,437	0,584	2,020	0,609	0,0	---
5	2,046	1,426	0,751	2,177	0,809	97,6	0,373
6	1,260	1,361	0,791	2,152	0,936	100,0	0,695
7	0,797	1,406	0,757	2,164	0,983	100,0	0,986
8	0,824	1,426	0,663	2,089	0,979	100,0	0,916
9	1,928	1,444	0,430	1,874	0,774	80,2	0,273
10	3,374	1,555	0,277	1,832	0,543	0,0	---
11	4,577	1,585	0,113	1,698	0,371	0,0	---
12	5,447	1,739	0,056	1,795	0,330	0,0	---

Při výpočtu potřeby chladu Q,C,nd byl uplatněn vliv přerušovaného chlazení ( $f_C, \text{day} = 5,0/7,0$ ).

Vysvětlivky: Q,C,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,C je stupeň využitelnosti tepelných ztrát; fC je část měsíce, v níž musí být zóna chlazená, a Q,C,nd je potřeba chladu na chlazení zóny.

**Potřeba chladu na chlazení za rok Q,C,nd: 3,242 GJ** (s vlivem přeruš. chlazení)

**Energie dodaná do zóny po měsících:**

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	3,869	---	---	---	0,594	0,662	0,098	5,223
2	3,143	---	---	---	0,544	0,491	0,089	4,267
3	2,205	---	---	---	0,594	0,453	0,098	3,351
4	0,854	---	---	---	0,578	0,358	0,095	1,885
5	0,125	0,153	---	---	0,594	0,305	0,057	1,234
6	---	0,285	---	---	0,578	0,274	0,000	1,136
7	---	0,404	---	---	0,594	0,283	0,000	1,282
8	---	0,375	---	---	0,594	0,305	0,000	1,275
9	0,138	0,112	---	---	0,578	0,366	0,054	1,248
10	1,059	---	---	---	0,594	0,448	0,098	2,200
11	2,499	---	---	---	0,578	0,522	0,095	3,694
12	3,356	---	---	---	0,594	0,653	0,098	4,702

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

**Celková roční dodaná energie Q,fuel: 31,496 GJ**

**Průměrný součinitel prostupu tepla zóny**

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht:

62,6 W/K

Plocha obalových konstrukcí zóny:

199,4 m<sup>2</sup>

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... Uem,N,20:

0,32 W/m<sup>2</sup>K

**Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em:**

**0,31 W/m<sup>2</sup>K**

## PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,72 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

### Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	---	99,200	100,00 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	---	36,645	36,94 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	---	0,00 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	---	0,00 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	9,969	10,05 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	52,587	53,01 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:				
	Obvodová stěna:	104,2	22,993	23,18 %
	Střecha:	85,1	16,509	16,64 %
	Podlaha:	---	---	0,00 %
	Otvorová výplň:	10,1	13,084	13,19 %

### Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc: 99,200 W/K  
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 277,6 m<sup>3</sup>  
 Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994): 0,36 W/m<sup>3</sup>K  
 Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997): 26,3 kWh/(m<sup>3</sup>.a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

### Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht: 62,6 W/K  
 Plocha obalových konstrukcí budovy: 199,4 m<sup>2</sup>

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U<sub>em,N,20</sub>: 0,32 W/m<sup>2</sup>K

**Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U<sub>em</sub>: 0,31 W/m<sup>2</sup>K**

### Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 13,126 GJ 3,646 MWh  
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 277,6 m<sup>3</sup>  
 Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 106,0 m<sup>2</sup>  
 Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m<sup>3</sup>): 13,1 kWh/(m<sup>3</sup>.a)

**Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 34 kWh/(m<sup>2</sup>.a)**

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 3959.

Měrná potřeba tepla na vytápění pro 3422 denostupňů při daném způsobu větrání a vnitřních ziscích: 31 kWh/(m<sup>2</sup>.a)

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.

### Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	3,869	---	---	---	0,594	0,662	0,098	5,223
2	3,143	---	---	---	0,544	0,491	0,089	4,267
3	2,205	---	---	---	0,594	0,453	0,098	3,351
4	0,854	---	---	---	0,578	0,358	0,095	1,885
5	0,125	0,153	---	---	0,594	0,305	0,057	1,234
6	---	0,285	---	---	0,578	0,274	0,000	1,136
7	---	0,404	---	---	0,594	0,283	0,000	1,282
8	---	0,375	---	---	0,594	0,305	0,000	1,275
9	0,138	0,112	---	---	0,578	0,366	0,054	1,248
10	1,059	---	---	---	0,594	0,448	0,098	2,200
11	2,499	---	---	---	0,578	0,522	0,095	3,694
12	3,356	---	---	---	0,594	0,653	0,098	4,702

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

### Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	17,248 GJ	4,791 MWh	45 kWh/m2
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	0,784 GJ	0,218 MWh	2 kWh/m2
<b>Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:</b>	<b>18,033 GJ</b>	<b>5,009 MWh</b>	<b>47 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	1,329 GJ	0,369 MWh	3 kWh/m2
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
<b>Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:</b>	<b>1,329 GJ</b>	<b>0,369 MWh</b>	<b>3 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
<b>Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	---	---	---
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
<b>Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	7,015 GJ	1,949 MWh	18 kWh/m2
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	---	---	---
<b>Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:</b>	<b>7,015 GJ</b>	<b>1,949 MWh</b>	<b>18 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	5,120 GJ	1,422 MWh	13 kWh/m2
<b>Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:</b>	<b>5,120 GJ</b>	<b>1,422 MWh</b>	<b>13 kWh/m2</b>
<b>Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:</b>	<b>31,496 GJ</b>	<b>8,749 MWh</b>	<b>83 kWh/m2</b>

### Měrná dodaná energie budovy

<b>Celková roční dodaná energie:</b>	<b>8,749 MWh</b>
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	277,6 m3
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	106,0 m2
Měrná dodaná energie EP,V:	31,5 kWh/(m3.a)
<b>Měrná dodaná energie budovy EP,A:</b>	<b>83 kWh/(m2.a)</b>

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.



## Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO2

Energo- nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	4,8	5,3	5,3	1,3	1,9	2,1	2,1	0,5
elektřina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>SOUČET</b>				<b>4,8</b>	<b>5,3</b>	<b>5,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>0,5</b>
Energo- nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---	---
elektřina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	1,4	4,3	4,6	0,4	0,2	0,7	0,7	0,1
<b>SOUČET</b>				<b>1,4</b>	<b>4,3</b>	<b>4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>
Energo- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---	---
elektřina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	---	---	---	---	0,4	1,1	1,2	0,1
<b>SOUČET</b>				---	---	---	---	<b>0,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,1</b>
Energo- nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,el	Q,pN	Q,pC	
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---	
elektřina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	---	---	---	---	---	---	---	
<b>SOUČET</b>				---	---	---	---				

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO2 je součinitel emisí CO2 v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO2 [t/a]
zemní plyn	6,740	7,414	7,414	1,867
elektřina ze sítě	2,009	6,027	6,429	0,589
<b>SOUČET</b>	<b>8,749</b>	<b>13,441</b>	<b>13,843</b>	<b>2,456</b>

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

## Měrná primární energie a emise CO2 budovy

Emise CO2 za rok:	2,456 t	
Celková primární energie za rok:	13,843 MWh	49,834 GJ
<b>Neobnovitelná primární energie za rok:</b>	<b>13,441 MWh</b>	<b>48,388 GJ</b>
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	277,6 m3	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	106,0 m2	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m3):	8,8 kg/(m3.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,V:	49,9 kWh/(m3.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	48,4 kWh/(m3.a)	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m2):	23 kg/(m2.a)	
<b>Měrná celková primární energie E,pC,A:</b>	<b>131 kWh/(m2.a)</b>	
<b>Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A:</b>	<b>127 kWh/(m2.a)</b>	

# VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI REFERENČNÍ BUDOVY podle vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb.

Energie 2013

Název úlohy: **Půdní vestavba BD Křenová  
REFERENČNÍ BUDOVA**

Zpracovatel: Marek Sluka

Zakázka:

Datum: 22.4.2014

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1  
Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

### Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184,0	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324,0	324,0	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67,0	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,3 C	29,5	29,5	96,5	96,5
únor	28	-0,1 C	53,3	53,3	147,6	147,6
březen	31	3,7 C	107,3	107,3	232,9	232,9
duben	30	8,1 C	181,4	181,4	311,0	311,0
květen	31	13,3 C	235,8	235,8	332,3	332,3
červen	30	16,1 C	254,2	254,2	316,1	316,1
červenec	31	18,0 C	238,3	238,3	308,2	308,2
srpen	31	17,9 C	203,4	203,4	340,2	340,2
září	30	13,5 C	127,1	127,1	248,8	248,8
říjen	31	8,3 C	77,8	77,8	217,1	217,1
listopad	30	3,2 C	33,8	33,8	121,7	121,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	21,6	83,2	83,2

## PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :

### PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :

#### Základní popis zóny

Název zóny:	Kanceláře
Typ zóny pro určení Uem,N:	jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	bytový dům
Typ hodnocení:	jiný účel posouzení
Geometrie (objem/podlah.pl.):	277,61 m3 / 86,0 m2
Celk. energet. vztažná plocha:	105,96 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	165,0 kJ/(m2.K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	přerušované s přestávkou 108,0 hodin v týdnu
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	982 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none"><li>· produkci tepla: 5,0+10,0 W/m2 (osoby+spotřebiče)</li><li>· časový podíl produkce: 40+30 % (osoby+spotřebiče)</li><li>· zohlednění spotřebičů: jen zisky</li><li>· minimální přípustnou osvětlenost: 500,0 lx</li><li>· měrný příkon osvětlení: 0,05 W/(m2.lx)</li><li>· prům. účinnost osvětlení: 10 %</li><li>· další tepelné zisky: 0,0 W</li></ul>
Teplo na přípravu TV:	794,2 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"><li>· roční potřebu teplé vody: 4,8 m3</li><li>· teplotní rozdíl pro ohřev: (50,0 - 10,0) C</li></ul>
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

#### Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	80,0 % / 85,0 %
Název zdroje tepla:	Referenční zdroj tepla (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	80,0 %
Příkon čerpadel vytápění:	19,8 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,1 / 0,0 W

#### Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	Referenční zdroj tepla (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost zdroje přípravy TV:	85,0 %
Délka rozvodů TV:	32,0 m
Měrná tep. ztráta rozvodů TV:	150,0 Wh/(m.d)
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W

#### Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	222,088 m3
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %
Typ větrání zóny:	přirozené
Minimální násobnost výměny:	0,5 1/h
Návrhová násobnost výměny:	0,5 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv:	36,645 W/K

**Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny č. 1**

Typ konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	U,N [W/(m <sup>2</sup> K)]	b [-]	A*U,N*b [W/K]
Obvodová stěna	104,2	0,57	0,45	26,37
Střecha	85,1	0,28	0,83	20,07
Otvorová výplň	10,1	1,82	0,69	12,72
Tepelné vazby	---	---	---	3,99
<b>Součet:</b>	<b>199,4</b>			<b>63,15</b>

**Hodnoty podle ČSN 730540-2:**Výchozí požadovaný prům. souč. prostupu tepla U<sub>em,N,20</sub>: 0,32 W/(m<sup>2</sup>K)Požadovaný prům. součinitel prostupu tepla U<sub>em,N</sub>: 0,32 W/(m<sup>2</sup>K)**Hodnoty podle vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb.:**Základní požad. prům. souč. prostupu tepla U<sub>em,N,20,R</sub>: 1,0 \* 0,32 = 0,32 W/(m<sup>2</sup>K)Referenční hodnota prům. součinitele prostupu tepla U<sub>em,R</sub>: 0,32 W/(m<sup>2</sup>K)**Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :**

Název konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	g/alfa [-]	Fgl [-]	Fc,vyt/Fc,chlaz [-]	Fs [-]	Orientace
S-Jednoduché okno s dvojsklem	4,48	0,5	0,7	1,0/0,2	1,0	S (90 st.)
V-Jednoduché okno s dvojsklem	2,24	0,5	0,7	1,0/0,2	1,0	V (90 st.)
Střecha šikmá	23,81	0,93	---	---	1,0	SV (90 st.)
Strop k půdě	61,29	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 1	17,58	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 2	24,85	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 3	4,26	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 4	12,12	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 5	3,45	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 6	12,47	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 7	7,16	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 8	11,93	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 9	10,34	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Dveře na chodbu	1,8	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Dveře na půdu	1,6	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)

**Celkový solární zisk konstrukcemi Q<sub>s</sub> (MJ):**

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	43,4	107,5	229,7	369,9	479,0	505,4
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	483,3	421,4	269,1	168,7	61,5	23,2

## PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

### VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: Kanceláře  
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C  
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne  
 Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 36,645 W/K  
 Měrný tepelný tok prostupem Ht: 63,146 W/K  
**Výsledný měrný tok H: 99,790 W/K**

#### Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	5,693	3,400	0,043	3,443	0,930	100,0	1,388
2	4,852	2,710	0,108	2,818	0,937	100,0	1,272
3	4,357	2,690	0,230	2,920	0,909	100,0	0,868
4	3,078	2,331	0,370	2,701	0,832	100,0	0,297
5	1,791	2,187	0,479	2,666	0,610	15,1	0,059
6	1,009	2,045	0,505	2,550	0,396	0,0	---
7	0,535	2,113	0,483	2,596	0,206	0,0	---
8	0,561	2,187	0,421	2,608	0,215	0,0	---
9	1,681	2,360	0,269	2,629	0,588	5,9	0,049
10	3,127	2,675	0,169	2,844	0,820	100,0	0,284
11	4,345	2,889	0,062	2,951	0,906	100,0	0,841
12	5,212	3,370	0,023	3,394	0,915	100,0	1,102

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

**Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 6,159 GJ** (s vlivem přeruš. vytápění)

#### Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	2,552	---	---	---	0,708	2,498	0,053	5,811
2	2,338	---	---	---	0,647	1,855	0,048	4,889
3	1,595	---	---	---	0,708	1,709	0,053	4,065
4	0,545	---	---	---	0,688	1,352	0,052	2,636
5	0,108	---	---	---	0,708	1,150	0,008	1,975
6	---	---	---	---	0,688	1,034	0,000	1,722
7	---	---	---	---	0,708	1,068	0,000	1,777
8	---	---	---	---	0,708	1,150	0,000	1,859
9	0,090	---	---	---	0,688	1,384	0,003	2,164
10	0,522	---	---	---	0,708	1,693	0,053	2,977
11	1,546	---	---	---	0,688	1,972	0,052	4,257
12	2,026	---	---	---	0,708	2,465	0,053	5,253

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

**Celková roční dodaná energie Q,fuel: 39,384 GJ**

#### Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 63,1 W/K  
 Plocha obalových konstrukcí zóny: 199,4 m<sup>2</sup>

**Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,32 W/m<sup>2</sup>K**

## PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,72 m2/m3

### Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy

Zóna č.	Název zóny	Objem zóny [m3]	Uem,R zóny [W/(m2K)]
1	Kanceláře	277,61	0,32

**Referenční hodnota prům. součinitele prostupu tepla Uem,R: 0,32 W/m2K**

Pro zařazení budovy do klasifik. třídy bude použita hodnota Uem,R,klas: 0,25 W/m2K

Poznámka: Uem,R,klas je referenční hodnota pro novou budovu v souladu s §9 vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb.

### Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 6,159 GJ 1,711 MWh

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 277,6 m3

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 106,0 m2

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m3): 6,2 kWh/(m3.a)

**Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 16 kWh/(m2.a)**

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.

### Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	2,552	---	---	---	0,708	2,498	0,053	5,811
2	2,338	---	---	---	0,647	1,855	0,048	4,889
3	1,595	---	---	---	0,708	1,709	0,053	4,065
4	0,545	---	---	---	0,688	1,352	0,052	2,636
5	0,108	---	---	---	0,708	1,150	0,008	1,975
6	---	---	---	---	0,688	1,034	0,000	1,722
7	---	---	---	---	0,708	1,068	0,000	1,777
8	---	---	---	---	0,708	1,150	0,000	1,859
9	0,090	---	---	---	0,688	1,384	0,003	2,164
10	0,522	---	---	---	0,708	1,693	0,053	2,977
11	1,546	---	---	---	0,688	1,972	0,052	4,257
12	2,026	---	---	---	0,708	2,465	0,053	5,253

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

### Referenční dodané energie

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H: 11,322 GJ 3,145 MWh 30 kWh/m2  
 Pomocná energie na vytápění Q,aux,H: 0,377 GJ 0,105 MWh 1 kWh/m2  
**Dodaná energie na vytápění za rok EP,H,R: 11,699 GJ 3,250 MWh 31 kWh/m2**

Hodnota pro zařazení do klasifik. třídy EP,H,R,klas: 8,270 GJ 2,297 MWh 22 kWh/m2

Poznámka: EP,H,R,klas je referenční hodnota pro novou budovu v souladu s §9 vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb.

Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C: --- --- ---  
 Pomocná energie na chlazení Q,aux,C: --- --- ---

**Dodaná energie na chlazení za rok EP,C,R: --- --- ---**

Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH: --- --- ---  
 Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH: --- --- ---

**Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH,R: --- --- ---**

Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F: --- --- ---  
 Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F: --- --- ---

**Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F,R: --- --- ---**

Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W: 8,355 GJ 2,321 MWh 22 kWh/m2  
 Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W: --- --- ---

**Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W,R: 8,355 GJ 2,321 MWh 22 kWh/m2**

Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L: 19,331 GJ 5,370 MWh 51 kWh/m2

**Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L,R: 19,331 GJ 5,370 MWh 51 kWh/m2**

**Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP,R: 39,384 GJ 10,940 MWh 103 kWh/m2**

### Referenční hodnota dodané energie budovy

**Referenční hodnota celkové roční dodané energie EP,R:** **10,940 MWh**

Pro zařazení budovy do klasifik. třídy bude použita hodnota EP,R,klas: 9,988 MWh

Poznámka: EP,R,klas je referenční hodnota pro novou budovu v souladu s §9 vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb.

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 277,6 m<sup>3</sup>

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 106,0 m<sup>2</sup>

Měrná dodaná energie EP,V: 39,4 kWh/(m<sup>3</sup>.a)

**Referenční hodnota měrné dodané energie budovy EP,A,R:** **103 kWh/(m<sup>2</sup>.a)**

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

Pro zařazení budovy do klasifik. třídy bude použita hodnota EP,A,R,klas: 94 kWh/(m<sup>2</sup>.a)

Poznámka: EP,A,R,klas je referenční hodnota pro novou budovu v souladu s §9 vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb.

### Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO<sub>2</sub>

Ergo- nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO <sub>2</sub>	MWh/a		t/a		MWh/a		t/a	
				Q,f	Q,pN	Q,pC	CO <sub>2</sub>	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO <sub>2</sub>
Ref. energonositel 1 (f=1,1)	1,1	1,1	0,0000	3,1	3,5	3,5	---	2,3	2,6	2,6	---
Ref. energonositel 2 (f=3,0)	3,0	3,2	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>SOUČET</b>				<b>3,1</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>---</b>	<b>2,3</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>---</b>

Ergo- nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO <sub>2</sub>	MWh/a		t/a		MWh/a		t/a	
				Q,f	Q,pN	Q,pC	CO <sub>2</sub>	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO <sub>2</sub>
Ref. energonositel 1 (f=1,1)	1,1	1,1	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
Ref. energonositel 2 (f=3,0)	3,0	3,2	0,0000	5,4	16,1	17,2	---	0,1	0,3	0,3	---
<b>SOUČET</b>				<b>5,4</b>	<b>16,1</b>	<b>17,2</b>	<b>---</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>---</b>

Ergo- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO <sub>2</sub>	MWh/a		t/a		MWh/a		t/a	
				Q,f	Q,pN	Q,pC	CO <sub>2</sub>	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO <sub>2</sub>
Ref. energonositel 1 (f=1,1)	1,1	1,1	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
Ref. energonositel 2 (f=3,0)	3,0	3,2	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>SOUČET</b>				<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

Ergo- nositel	Faktory transformace			Úprava RH			
	f,pN	f,pC	f,CO <sub>2</sub>	MWh/a		t/a	
				Q,f	Q,pN	Q,pC	CO <sub>2</sub>
Ref. energonositel 1 (f=1,1)	1,1	1,1	0,0000	---	---	---	---
Ref. energonositel 2 (f=3,0)	3,0	3,2	0,0000	---	---	---	---
<b>SOUČET</b>				<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO<sub>2</sub> je součinitel emisí CO<sub>2</sub> v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO<sub>2</sub> jsou s tím spojené emise CO<sub>2</sub> v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]
Ref. energonositel 1 (f=1,1)	5,466	6,012	6,012	---
Ref. energonositel 2 (f=3,0)	5,474	16,423	17,518	---
<b>SOUČET</b>	<b>10,940</b>	<b>22,435</b>	<b>23,530</b>	<b>---</b>

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO<sub>2</sub> jsou s tím spojené emise CO<sub>2</sub> v t/rok.

### Referenční hodnota primární energie budovy

Emise CO <sub>2</sub> za rok:	0,000 t	
Celková primární energie za rok:	23,530 MWh	84,709 GJ
<b>Referenční hodnota neobnov. primární energie:</b>	<b>22,435 MWh</b>	<b>80,767 GJ</b>

Hodnota pro zařazení budovy do klasifik. třídy E,pN,R,klas: 21,371 MWh 76,937 GJ

Poznámka: E,pN,R,klas je referenční hodnota pro novou budovu v souladu s §9 vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb.

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	277,6 m <sup>3</sup>
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	106,0 m <sup>2</sup>
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>3</sup> ):	0,0 kg/(m <sup>3</sup> .a)
Měrná celková primární energie E,pC,V:	84,8 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	80,8 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>2</sup> ):	---
<b>Měrná celková primární energie E,pC,A:</b>	<b>222 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>

**Referenční hodnota měrné neobnov. primární energie E,pN,A,R: 212 kWh/(m<sup>2</sup>.a)**

Pro zařazení do klasifikační třídy bude použita ref. hodnota E,pN,A,R,klas: 202 kWh/(m<sup>2</sup>.a)

Poznámka: E,pN,A,R,klas je referenční hodnota pro novou budovu v souladu s §9 vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb.

**STOP, Energie 2013**



# Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy

## Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input checked="" type="checkbox"/> Jiný účel zpracování: bakalářská práce	

## Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Křenová 42 Brno 602 00
Katastrální území:	Trnitá [610950]
Parcelní číslo:	7/1
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	277,6
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	199,4
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,72
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	106,0

Druhy energie (energonositele) užívané v budově	
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input checked="" type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <u>podíl OZE:</u> <input type="checkbox"/> do 50 % včetně, <input type="checkbox"/> nad 50 do 80 %, <input type="checkbox"/> nad 80 %	
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie): <u>účel:</u> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie	
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:	

Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

### a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

[illegible]

(pokračování)

[illegible]

## Příloha 7

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota	Objem zóny	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny	Součin
	$\theta_{im,j}$	$V_j$	$U_{em,R,j}$	$V_j \cdot U_{em,R,j}$
	[°C]	[m³]	[W/(m².K)]	[W.m/K]
Kanceláře	20,0	277,6	0,32	88,83
Celkem	x	277,6	x	88,83

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em}$ ( $U_{em} = H_T/A$ )	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ( $U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$ )	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	[ano/ne]
Budova jako celek	0,31	0,32	ano

## Příloha 7



Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla  $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla  $\eta_{H,aen,ra}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

### b.2.a) chlazení

[illegible]


Hodnocená budova/zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[-]	[-]	[ano/ne]

### **b.3.) větrání**

[illegible]




[illegible]

### b.5.a) příprava teplé vody (TV)

## Příloha 7

[illegible]

Poznámka: <sup>1)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

**b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody**

Hodnocená budova/zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro připravu teplé vody $\eta_{W,gen, rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

[illegible]

**a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

[illegible]

**b) dílčí dodané energie**

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teple vody		Osvětlení	
			Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[MWh/rok]	1,711	3,646		0,901	x	x			0,221	0,221	x	x
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[MWh/rok]	3,145	4,791		0,369					2,321	1,949	5,370	1,422
(3)	Pomocná energie	[MWh/rok]	0,105	0,218										
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3)	[MWh/rok]	3,250	5,009		0,369					2,321	1,949	5,370	1,422
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> .rok)]	31	47		3					22	18	51	13

**c) výrobní energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech**

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnov. primární energie	Celková primární energie	Neobnov. primární energie
jednotky		[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

Kogenerační jednotka $EP_{CHP}$ – elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely $EP_{PV}$ – elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy $Q_{H,sc,sys}$ – teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

**d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů**

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
zemní plyn	6,740	1,1	1,1	7,414	7,414
elektřina ze sítě	2,009	3,2	3,0	6,429	6,027
<b>Celkem</b>	8,749	<b>x</b>	<b>x</b>	13,843	13,441

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	[MWh/rok]	10,940	Splněno (ano/ne)	ano
(7)	Hodnocená budova		8,749		
(8)	Referenční budova	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	103		
(9)	Hodnocená budova		83		

**f) požadavek na neobnovitelnou primární energii**

(10)	Referenční budova	[MWh/rok]	22,435	Splněno (ano/ne)	ano
(11)	Hodnocená budova		13,441		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	212		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		127		

**g) primární energie hodnocené budovy**

(14)	Celková primární energie	[MWh/rok]	13,843
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14 - ř.11)	[MWh/rok]	0,402
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	2,9

**h) hodnoty pro vytvoření hranic klasifikačních tříd**

Horní hranici třídy C odpovídají hodnoty:	Celková dodaná energie	[MWh/rok]	9,988
	Neobnovitelná primární energie	[MWh/rok]	21,371
	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	0,25
	Dílčí dodané energie: vytápění	[MWh/rok]	2,297
	chlazení	[MWh/rok]	
	větrání	[MWh/rok]	
	úprava vlhkosti vzduchu	[MWh/rok]	
	příprava teplé vody	[MWh/rok]	2,321
	osvětlení	[MWh/rok]	5,370

Tabulka h) obsahuje hodnoty, které se použijí pro vytvoření hranic klasifikačních tříd podle přílohy č. 2.



**Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov**

Alternativní systémy	Posouzení proveditelnosti			
	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energii	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost				Ano
Ekonomická proveditelnost				Ano
Ekologická proveditelnost				Ano
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování analýzy	22.4.2014			
Zpracovatel analýzy	Marek Sluka			
Energetický posudek	Povinnost vypracovat energetický posudek			
	Energetický posudek je součástí analýzy		Ano	
	Datum vypracování energetického posudku		22.4.2014	
	Zpracovatel energetického posudku		Marek Sluka	

## Doporučená technicky a ekonomicky vhodná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaný průměrný součinitel prostupu tepla	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná neobnovitelná primární energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
<u>Stavební prvky a konstrukce budovy:</u>					
	0,21	x	x		
<u>Technické systémy budovy:</u>					
vytápění:	x	3,027	x	1,982	
chlazení:	x	0,311	x	0,058	
větrání:	x		x		
úprava vlhkosti vzduchu:	x		x		
příprava teplé vody:	x	1,949	x	0,000	
osvětlení:	x	1,422	x	0,000	
<u>Obsluha a provoz systémů budovy:</u>					
	x	x	x		
<u>Ostatní – uveďte jaké:</u>					
	x	x	x		
<b>Celkem</b>	<b>x</b>	<b>6,709</b>	<b>9,982</b>	<b>2,040</b>	

Opatření	Posouzení vhodnosti opatření			
	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uveďte jaké:
Technická vhodnost	Ano			
Funkční vhodnost	Ano			
Ekonomická vhodnost	Ano			
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování doporučených opatření</b>	22.4.2014			
<b>Zpracovatel analýzy</b>	Marek Sluka			
<b>Energetický posudek</b>	Energetický posudek je součástí analýzy			Ano
	Datum vypracování energetického posudku			22.4.2014
	Zpracovatel energetického posudku			Marek Sluka

**Závěrečné hodnocení energetického specialisty**

<b>Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie</b>	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy</b>	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	
• Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Budova užívaná orgánem veřejné moci</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Prodej nebo pronájem budovy nebo její části</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Jiný účel zpracování průkazu</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	C

**Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz**

Jméno a příjmení	Marek Sluka
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

**Datum vypracování průkazu**

Datum vypracování průkazu	22.4.2014
---------------------------	-----------

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

**Ulice, číslo:** Křenová 42

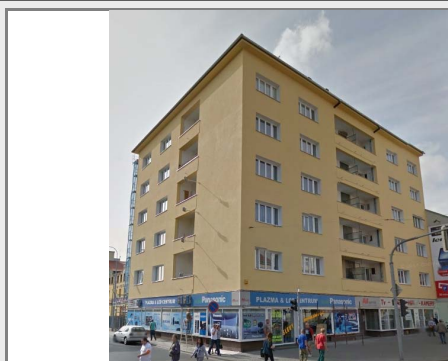
**PSČ, místo:** 602 00 Brno

**Typ budovy:** Bytový dům

**Plocha obálky budovy:** 199,4 m<sup>2</sup>

**Objemový faktor tvaru A/V:** 0,72 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

**Energeticky vztažná plocha:** 106,0 m<sup>2</sup>

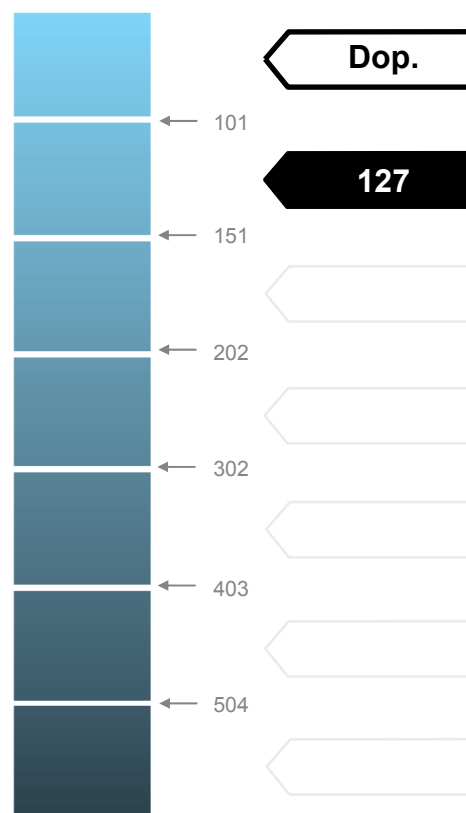
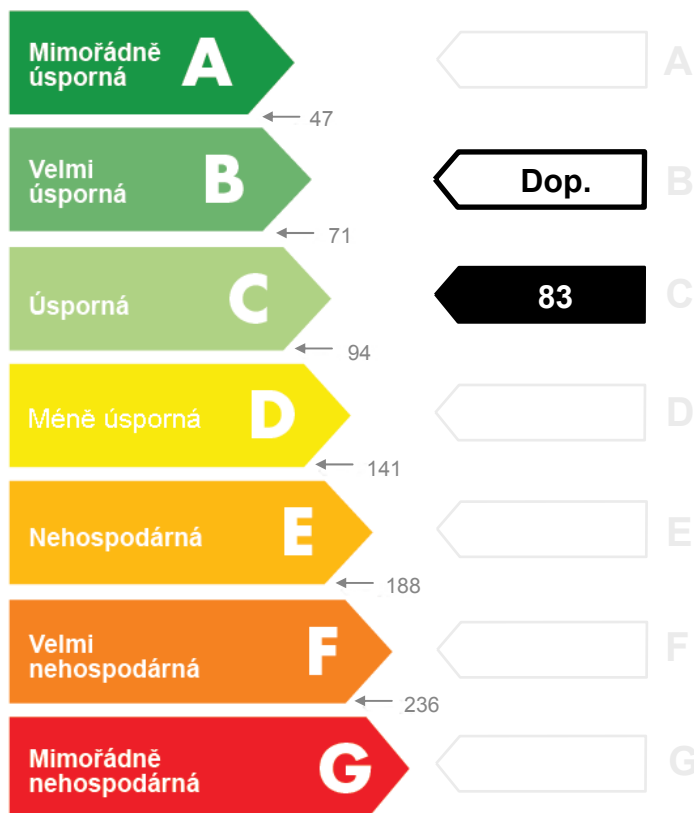


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

**Měrné hodnoty** kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



**Hodnoty pro celou budovu**  
MWh/rok

**8,749**

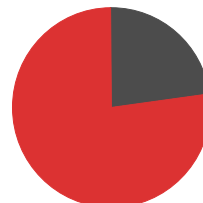
**13,441**

## DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena	Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou <b>Doporučení</b>
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Podlahu:	<input type="checkbox"/>	
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Chlazení/klimatizaci:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Větrání:	<input type="checkbox"/>	
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>	
Jiné:	<input type="checkbox"/>	

## PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok



Elektřina ze sítě: 2,0	---
Zemní plyn: 6,7	---
---	---
---	---
---	---
---	---

## UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	<b>U<sub>em</sub> W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>Dílčí dodané energie</b>		<b>Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)</b>			
Mimořádně úsporná							<b>13 / Dop.</b>
<b>A</b>							
<b>B</b>							
<b>C</b>	<b>Dop.</b>					<b>18 / Dop.</b>	
<b>D</b>	<b>0,31</b>	<b>Dop.</b>					
<b>E</b>							
<b>F</b>		<b>47</b>					
<b>G</b>							
Mimořádně neekonomická							
<b>Hodnoty pro celou budovu MWh/rok</b>		<b>5,00</b>	<b>0,36</b>			<b>1,94</b>	<b>1,42</b>

Zpracovatel: Marek Sluka

Kontakt:

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: 22.4.2014

Podpis:

# VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540

a podle ČSN EN ISO 13790 a ČSN EN 832

## Energie 2013

Název úlohy: **Půdní vestavba BD Křenová – DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ**  
Zpracovatel: Marek Sluka  
Zakázka:  
Datum: 22.4.2014

## ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1  
Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

### Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184,0	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324,0	324,0	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67,0	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,3 C	29,5	29,5	96,5	96,5
únor	28	-0,1 C	53,3	53,3	147,6	147,6
březen	31	3,7 C	107,3	107,3	232,9	232,9
duben	30	8,1 C	181,4	181,4	311,0	311,0
květen	31	13,3 C	235,8	235,8	332,3	332,3
červen	30	16,1 C	254,2	254,2	316,1	316,1
červenec	31	18,0 C	238,3	238,3	308,2	308,2
srpen	31	17,9 C	203,4	203,4	340,2	340,2
září	30	13,5 C	127,1	127,1	248,8	248,8
říjen	31	8,3 C	77,8	77,8	217,1	217,1
listopad	30	3,2 C	33,8	33,8	121,7	121,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	21,6	83,2	83,2

## PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :

### PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :

#### Základní popis zóny

Název zóny:	Kanceláře
Typ zóny pro určení Uem,N:	jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	bytový dům
Typ hodnocení:	jiný účel posouzení
Geometrie (objem/podlah.pl.):	277,61 m3 / 86,0 m2
Celk. energet. vztažná plocha:	105,96 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	165,0 kJ/(m2.K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 21,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ano
Typ vytápění:	přerušované s přestávkou 108,0 hodin v týdnu
Chlazení je v provozu min.:	5,0 dní v týdnu
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	576 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none"><li>· produkci tepla: 5,0+10,0 W/m2 (osoby+spotřebiče)</li><li>· časový podíl produkce: 40+30 % (osoby+spotřebiče)</li><li>· zohlednění spotřebičů: jen zisky</li><li>· minimální přípustnou osvětlenost: 500,0 lx</li><li>· příkon osvětlení: 569,4 W (využito 2500,0 h/rok)</li><li>· prům. účinnost osvětlení: 10 %</li><li>· spotřebu nouzového osvětlení: 0,0 kWh/(m2.a)</li><li>· další tepelné zisky: 0,0 W</li></ul>
Teplo na přípravu TV:	794,2 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"><li>· roční potřebu teplé vody: 4,8 m3</li><li>· teplotní rozdíl pro ohřev: (50,0 - 10,0) C</li></ul>
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

#### Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 94,0 %
Název zdroje tepla:	Tepelné čerpadlo MSZ 25 (podíl 27,1 %)
Typ zdroje tepla:	tepelné čerpadlo
Parametr COP:	5,3
Název zdroje tepla:	Tepelné čerpadlo MSZ 35 (podíl 37,9 %)
Typ zdroje tepla:	tepelné čerpadlo
Parametr COP:	4,6
Název zdroje tepla:	Plynový kotel Therm PRO 14 X (podíl 35,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	92,0 %
Příkon čerpadel vytápění:	19,8 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,1 / 0,0 W

#### Zdroje chladu v zóně

Chlazení je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	100,0 % / 100,0 %
Název zdroje chladu:	Tepelné čerpadlo MSZ 25 (podíl 41,7 %)
Parametr EER:	5,2
Souč. příkonu chlazení kond.:	0,045 kW/kW
Souč. provozu zpět. chlazení:	0,9
Název zdroje chladu:	Tepelné čerpadlo MSZ 35 (podíl 58,3 %)
Parametr EER:	4,1
Souč. příkonu chlazení kond.:	0,045 kW/kW
Souč. provozu zpět. chlazení:	0,9

Příkon čerpadel a zpět. chlazení: 0,0 + 0,0 W  
Příkon regulace/emise chladu: 0,0 / 0,0 W

#### Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla: Kotel plynový (podíl 100,0 %)  
Typ zdroje přípravy TV: obecný zdroj tepla (např. kotel)  
Účinnost zdroje přípravy TV: 92,0 %  
Délka rozvodů TV: 32,0 m  
Měrná tep. ztráta rozvodů TV: 134,6 Wh/(m.d)  
Příkon čerpadel distribuce TV: 0,0 W  
Příkon regulace: 0,0 W

#### Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 222,088 m<sup>3</sup>  
Podíl vzduchu z objemu zóny: 80,0 %  
Typ větrání zóny: přirozené  
Minimální násobnost výměny: 0,5 1/h  
Návrhová násobnost výměny: 0,5 1/h  
Měrný tepelný tok větráním Hv: 36,645 W/K, resp. 36,645 W/K (pro režim vytápění, resp. chlazení)

#### Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	b [-]	U,N [W/m <sup>2</sup> K]
Střecha šikmá	23,81	0,188	1,00	0,240
Strop k půdě	61,29	0,186	0,78	0,300
Stěna 1	17,58	0,171	0,19	1,300
Stěna 2	24,85	0,173	0,78	0,300
Stěna 3	4,26	0,158	0,78	0,300
Stěna 4	12,12	0,165	0,78	0,300
Stěna 5	3,45	0,139	0,78	0,300
Stěna 6	12,47	0,182	0,78	0,300
Stěna 7	7,16	0,166	0,78	0,300
Stěna 8	11,93	0,182	0,78	0,300
Stěna 9	10,34	0,178	0,31	1,300
Dveře na chodbu	1,8	2,000	0,19	3,500
Dveře na půdu	1,6	2,400	0,78	1,700
S-Jednoduché okno s dvojsklem	4,48 (0,8x1,4 x 4)	1,000	1,00	1,400
V-Jednoduché okno s dvojsklem	2,24 (0,8x1,4 x 2)	1,000	1,00	1,400

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A \* DeltaU,tbm).  
Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,03 W/m<sup>2</sup>K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 35,133 W/K  
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 5,981 W/K

#### Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	g/alfa [-]	Fgl [-]	Fc,vyt/Fc,chlaz [-]	Fs [-]	Orientace
S-Jednoduché okno s dvojsklem	4,48	0,75	0,7	1,0/1,0	1,0	S (90 st.)
V-Jednoduché okno s dvojsklem	2,24	0,75	0,7	1,0/1,0	1,0	V (90 st.)
Střecha šikmá	23,81	0,93	---	---	1,0	SV (90 st.)
Strop k půdě	61,29	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 1	17,58	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 2	24,85	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 3	4,26	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 4	12,12	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 5	3,45	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 6	12,47	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 7	7,16	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 8	11,93	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Stěna 9	10,34	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Dveře na chodbu	1,8	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)
Dveře na půdu	1,6	0,0	---	---	1,0	V (90 st.)



Celkový solární zisk konstrukcemi  $Q_s$  (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	91,0	180,9	359,3	558,1	714,9	750,9
Zátěž (chlazení):	94,7	187,6	372,7	580,8	744,4	782,7
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	721,1	633,1	414,7	272,1	116,6	61,9
Zátěž (chlazení):	750,8	658,5	430,5	281,8	120,9	64,6

## PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

### VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: Kanceláře  
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 21,0 C  
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ano  
 Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním  $H_v$ : 36,645 W/K  
 Měrný tok prostupem do exteriéru  $H_d$  a celkový  
 měrný tok prostupem tep. vazbami  $H_{,tb}$ : 41,114 W/K  
 Ustálený měrný tok zeminou  $H_g$ : ---  
 Měrný tok prostupem nevytáp. prostory  $H_u$ : ---  
 Měrný tok Trombeho stěnami  $H_{,tw}$ : ---  
 Měrný tok větranými stěnami  $H_{,vw}$ : ---  
 Měrný tok prvky s transparentní izolací  $H_{,ti}$ : ---  
 Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním  $dH_t$ : ---  
**Výsledný měrný tok  $H$ :** 77,759 W/K

### Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	$Q_{H,ht}[GJ]$	$Q_{int}[GJ]$	$Q_{sol}[GJ]$	$Q_{gn}[GJ]$	$\eta_{ta,H}[-]$	$f_H[\%]$	$Q_{H,nd}[GJ]$
1	4,436	1,747	0,091	1,838	0,988	100,0	2,001
2	3,781	1,483	0,181	1,663	0,984	100,0	1,605
3	3,395	1,559	0,359	1,918	0,963	100,0	1,049
4	2,398	1,437	0,558	1,995	0,881	100,0	0,337
5	1,395	1,426	0,715	2,141	0,613	6,5	0,030
6	0,786	1,361	0,751	2,112	0,372	0,0	---
7	0,417	1,406	0,721	2,127	0,196	0,0	---
8	0,437	1,426	0,633	2,059	0,212	0,0	---
9	1,310	1,444	0,415	1,859	0,652	21,5	0,035
10	2,437	1,555	0,272	1,827	0,910	100,0	0,443
11	3,386	1,585	0,117	1,701	0,975	100,0	1,232
12	4,061	1,739	0,062	1,801	0,984	100,0	1,710

Vysvětlivky:  $Q_{H,ht}$  je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty;  $Q_{int}$  jsou vnitřní tepelné zisky;  $Q_{sol}$  jsou solární tepelné zisky;  $Q_{gn}$  jsou celkové tepelné zisky;  $\eta_{ta,H}$  je stupeň využitelnosti tepelných zisků;  $f_H$  je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a  $Q_{H,nd}$  je potřeba tepla na vytápění.

**Potřeba tepla na vytápění za rok  $Q_{H,nd}$ :** 8,442 GJ (s vlivem přeruš. vytápění)

**Potřeba chladu na chlazení po měsících:**

Měsíc	Q,C,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,C [-]	fC [%]	Q,C,nd[GJ]
1	4,644	1,747	0,095	1,842	0,397	0,0	---
2	3,969	1,483	0,188	1,670	0,421	0,0	---
3	3,603	1,559	0,373	1,932	0,536	0,0	---
4	2,600	1,437	0,581	2,018	0,699	39,0	0,161
5	1,604	1,426	0,744	2,170	0,914	100,0	0,504
6	0,988	1,361	0,783	2,144	0,982	100,0	0,839
7	0,625	1,406	0,751	2,157	0,997	100,0	1,096
8	0,646	1,426	0,659	2,084	0,996	100,0	1,030
9	1,512	1,444	0,431	1,875	0,890	100,0	0,378
10	2,645	1,555	0,282	1,837	0,644	16,6	0,109
11	3,588	1,585	0,121	1,705	0,475	0,0	---
12	4,270	1,739	0,065	1,804	0,423	0,0	---

Při výpočtu potřeby chladu Q,C,nd byl uplatněn vliv přerušovaného chlazení ( $f_{C,day} = 5,0/7,0$ ).

Vysvětlivky: Q,C,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,C je stupeň využitelnosti tepelných ztrát; fC je část měsíce, v níž musí být zóna chlazená, a Q,C,nd je potřeba chladu na chlazení zóny.

**Potřeba chladu na chlazení za rok Q,C,nd: 4,116 GJ** (s vlivem přeruš. chlazení)

**Energie dodaná do zóny po měsících:**

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	2,493	---	---	---	0,594	0,662	0,053	3,802
2	2,000	---	---	---	0,544	0,491	0,048	3,083
3	1,307	---	---	---	0,594	0,453	0,053	2,407
4	0,420	0,044	---	---	0,578	0,358	0,052	1,451
5	0,037	0,137	---	---	0,594	0,305	0,004	1,077
6	---	0,228	---	---	0,578	0,274	0,000	1,080
7	---	0,298	---	---	0,594	0,283	0,000	1,176
8	---	0,280	---	---	0,594	0,305	0,000	1,179
9	0,044	0,103	---	---	0,578	0,366	0,011	1,102
10	0,552	0,030	---	---	0,594	0,448	0,053	1,677
11	1,535	---	---	---	0,578	0,522	0,052	2,686
12	2,130	---	---	---	0,594	0,653	0,053	3,430

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

**Celková roční dodaná energie Q,fuel: 24,150 GJ**

**Průměrný součinitel prostupu tepla zóny**

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 41,1 W/K  
Plocha obalových konstrukcí zóny: 199,4 m<sup>2</sup>

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U<sub>em,N,20</sub>: 0,32 W/m<sup>2</sup>K

**Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U<sub>em</sub>: 0,21 W/m<sup>2</sup>K**

## PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,72 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

### Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	---	77,759	100,00 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	---	36,645	47,13 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	---	0,00 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	---	0,00 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	5,981	7,69 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	35,133	45,18 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:				
	Obvodová stěna:	104,2	11,357	14,61 %
	Střecha:	85,1	13,380	17,21 %
	Podlaha:	---	---	0,00 %
	Otvorová výplň:	10,1	10,396	13,37 %

### Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	77,759 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	277,6 m <sup>3</sup>
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,28 W/m <sup>3</sup> K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	20,6 kWh/(m <sup>3</sup> .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

### Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	41,1 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	199,4 m <sup>2</sup>
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U <sub>em,N,20</sub> :	0,32 W/m <sup>2</sup> K
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U<sub>em</sub>:</b>	<b>0,21 W/m<sup>2</sup>K</b>

### Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	8,442 GJ	2,345 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	277,6 m <sup>3</sup>	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	106,0 m <sup>2</sup>	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m <sup>3</sup> ):	8,4 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	

### Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 22 kWh/(m<sup>2</sup>.a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D =	3959.
Měrná potřeba tepla na vytápění pro 3422 denostupňů při daném způsobu větrání a vnitřních ziscích:	20 kWh/(m <sup>2</sup> .a)

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.

### Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	2,493	---	---	---	0,594	0,662	0,053	3,802
2	2,000	---	---	---	0,544	0,491	0,048	3,083
3	1,307	---	---	---	0,594	0,453	0,053	2,407
4	0,420	0,044	---	---	0,578	0,358	0,052	1,451
5	0,037	0,137	---	---	0,594	0,305	0,004	1,077
6	---	0,228	---	---	0,578	0,274	0,000	1,080
7	---	0,298	---	---	0,594	0,283	0,000	1,176
8	---	0,280	---	---	0,594	0,305	0,000	1,179
9	0,044	0,103	---	---	0,578	0,366	0,011	1,102
10	0,552	0,030	---	---	0,594	0,448	0,053	1,677
11	1,535	---	---	---	0,578	0,522	0,052	2,686
12	2,130	---	---	---	0,594	0,653	0,053	3,430

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

### Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	10,516 GJ	2,921 MWh	28 kWh/m2
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	0,380 GJ	0,106 MWh	1 kWh/m2
<b>Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:</b>	<b>10,896 GJ</b>	<b>3,027 MWh</b>	<b>29 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	1,119 GJ	0,311 MWh	3 kWh/m2
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
<b>Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:</b>	<b>1,119 GJ</b>	<b>0,311 MWh</b>	<b>3 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
<b>Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	---	---	---
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
<b>Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	7,015 GJ	1,949 MWh	18 kWh/m2
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	---	---	---
<b>Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:</b>	<b>7,015 GJ</b>	<b>1,949 MWh</b>	<b>18 kWh/m2</b>
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	5,120 GJ	1,422 MWh	13 kWh/m2
<b>Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:</b>	<b>5,120 GJ</b>	<b>1,422 MWh</b>	<b>13 kWh/m2</b>
<b>Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:</b>	<b>24,150 GJ</b>	<b>6,708 MWh</b>	<b>63 kWh/m2</b>

### Měrná dodaná energie budovy

<b>Celková roční dodaná energie:</b>	<b>6,708 MWh</b>
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	277,6 m3
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	106,0 m2
Měrná dodaná energie EP,V:	24,2 kWh/(m3.a)
<b>Měrná dodaná energie budovy EP,A:</b>	<b>63 kWh/(m2.a)</b>

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

## Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO2

Energo- nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	1,1	1,2	1,2	0,3	1,9	2,1	2,1	0,5
elektřina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	0,4	1,1	1,2	0,1	---	---	---	---
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	1,5	---	1,5	---	---	---	---	---
<b>SOUČET</b>				<b>2,9</b>	<b>2,3</b>	<b>3,9</b>	<b>0,4</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>0,5</b>

Energo- nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---	---
elektřina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	1,4	4,3	4,6	0,4	0,1	0,3	0,3	0,0
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>SOUČET</b>				<b>1,4</b>	<b>4,3</b>	<b>4,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>

Energo- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---	---
elektřina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	---	---	---	---	0,3	0,9	1,0	0,1
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>SOUČET</b>				---	---	---	---	<b>0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>

Energo- nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny		
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,el	Q,pN	Q,pC
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---
elektřina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	---	---	---	---	---	---	---
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---
<b>SOUČET</b>				---	---	---	---	---	---	---

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO2 je součinitel emisí CO2 v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO2 [t/a]
zemní plyn	3,027	3,330	3,330	0,839
elektřina ze sítě	2,218	6,653	7,096	0,650
Slunce a jiná energie prostředí	1,464	---	1,464	---
<b>SOUČET</b>	<b>6,708</b>	<b>9,982</b>	<b>11,890</b>	<b>1,488</b>

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

## Měrná primární energie a emise CO2 budovy

Emise CO2 za rok:	1,488 t	
Celková primární energie za rok:	11,890 MWh	42,803 GJ
<b>Neobnovitelná primární energie za rok:</b>	<b>9,982 MWh</b>	<b>35,937 GJ</b>
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	277,6 m3	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	106,0 m2	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m3):	5,4 kg/(m3.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,V:	42,8 kWh/(m3.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	36,0 kWh/(m3.a)	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m2):	14 kg/(m2.a)	
<b>Měrná celková primární energie E,pC,A:</b>	<b>112 kWh/(m2.a)</b>	
<b>Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A:</b>	<b>94 kWh/(m2.a)</b>	

# Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy

## Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input checked="" type="checkbox"/> Jiný účel zpracování: bakalářská práce	

## Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Křenová 42 Brno 602 00
Katastrální území:	Trnitá [610950]
Parcelní číslo:	7/1
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	277,6
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	199,4
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,72
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	106,0

Druhy energie (energonositelů) užívané v budově	
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input checked="" type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <u>podíl OZE:</u> <input type="checkbox"/> do 50 % včetně, <input type="checkbox"/> nad 50 do 80 %, <input type="checkbox"/> nad 80 %	
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie): <u>účel:</u> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie	
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:	

Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

### **A) stavební prvky a konstrukce**

[illegible]

(pokračování)



[illegible]

## Příloha 9

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota	Objem zóny	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny	Součin
	$\theta_{im,j}$	$V_j$	$U_{em,R,j}$	$V_j \cdot U_{em,R,j}$
	[°C]	[m³]	[W/(m².K)]	[W.m/K]
Kanceláře	20,0	277,6	0,32	88,83
Celkem	x	277,6	x	88,83

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em}$ ( $U_{em} = H_T/A$ )	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ( $U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$ )	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	[ano/ne]
Budova jako celek	0,21	0,32	ano

## Příloha 9

[illegible]

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla  $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla  $\eta_{H,aen,ra}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

### b.2.a) chlazení

[illegible]


Hodnocená budova/zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu  $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu  $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	-]	-]	-]	[ano/ne]

### **b.3.) větrání**

[illegible]


[illegible]

### b.5.a) příprava teplé vody (TV)

## Příloha 9

[illegible]

Poznámka: <sup>1)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### **b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody**

Hodnocená budova/zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro připravu teplé vody $\eta_{W,gen, rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).



[illegible]

**a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

[illegible]

**b) dílčí dodané energie**

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teple vody		Osvětlení	
			Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[MWh/rok]	1,711	2,345		1,143	x	x			0,221	0,221	x	x
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[MWh/rok]	3,145	2,921		0,311					2,321	1,949	5,370	1,422
(3)	Pomocná energie	[MWh/rok]	0,105	0,106										
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3)	[MWh/rok]	3,235	3,027		0,311					2,321	1,949	5,370	1,422
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> .rok)]	31	29		3					22	18	51	13

**c) výrobní energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech**

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnov. primární energie	Celková primární energie	Neobnov. primární energie
jednotky		[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

Kogenerační jednotka $EP_{CHP}$ – elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely $EP_{PV}$ – elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy $Q_{H,sc,sys}$ – teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

**d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů**

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
zemní plyn	3,027	1,1	1,1	3,330	3,330
elektřina ze sítě	2,218	3,2	3,0	7,098	6,654
Slunce a jiná energie prostředí	1,464	1,0	0,0	1,464	0,000
<b>Celkem</b>	6,709	<b>x</b>	<b>x</b>	11,892	9,984

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	[MWh/rok]	10,925	Splněno (ano/ne)	ano
(7)	Hodnocená budova		6,709		
(8)	Referenční budova	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	103		
(9)	Hodnocená budova		63		

**f) požadavek na neobnovitelnou primární energii**

(10)	Referenční budova	[MWh/rok]	22,419	Splněno (ano/ne)	ano
(11)	Hodnocená budova		9,984		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/m <sup>2</sup> .rok]	212		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		94		

**g) primární energie hodnocené budovy**

(14)	Celková primární energie	[MWh/rok]	11,892
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14 - ř.11)	[MWh/rok]	1,908
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	16,0

**h) hodnoty pro vytvoření hranic klasifikačních tříd**

Horní hranici třídy C odpovídají hodnoty:	Celková dodaná energie	[MWh/rok]	9,975
	Neobnovitelná primární energie	[MWh/rok]	21,358
	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	0,25
	Dílčí dodané energie: vytápění	[MWh/rok]	2,285
	chlazení	[MWh/rok]	
	větrání	[MWh/rok]	
	úprava vlhkosti vzduchu	[MWh/rok]	
	příprava teplé vody	[MWh/rok]	2,321
	osvětlení	[MWh/rok]	5,370

Tabulka h) obsahuje hodnoty, které se použijí pro vytvoření hranic klasifikačních tříd podle přílohy č. 2.

**Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov**

Alternativní systémy	Posouzení proveditelnosti			
	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energii	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost				
Ekonomická proveditelnost				
Ekologická proveditelnost				
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	Povinnost vypracovat energetický posudek			
	Energetický posudek je součástí analýzy			
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

# Doporučená technicky a ekonomicky vhodná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaný průměrný součinitel prostupu tepla	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná neobnovitelná primární energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
<u>Stavební prvky a konstrukce budovy:</u>					
		x	x		
<u>Technické systémy budovy:</u>					
vytápění:	x		x		
chlazení:	x		x		
větrání:	x		x		
úprava vlhkosti vzduchu:	x		x		
příprava teplé vody:	x		x		
osvětlení:	x		x		
<u>Obsluha a provoz systémů budovy:</u>					
	x	x	x		
<u>Ostatní – uveďte jaké:</u>					
	x	x	x		
<b>Celkem</b>	<b>x</b>				

Opatření	Posouzení vhodnosti opatření			
	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uveďte jaké:
Technická vhodnost				
Funkční vhodnost				
Ekonomická vhodnost				
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí analýzy			
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

**Závěrečné hodnocení energetického specialisty**

<b>Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie</b>	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy</b>	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	
• Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Budova užívaná orgánem veřejné moci</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Prodej nebo pronájem budovy nebo její části</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
<b>Jiný účel zpracování průkazu</b>	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B

**Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz**

Jméno a příjmení	Marek Sluka
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

**Datum vypracování průkazu**

Datum vypracování průkazu	22.4.2014
---------------------------	-----------



# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

**Ulice, číslo:** Křenová 42

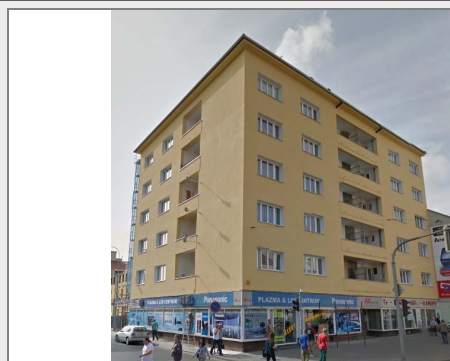
**PSČ, místo:** 602 00 Brno

**Typ budovy:** Bytový dům

**Plocha obálky budovy:** 199,4 m<sup>2</sup>

**Objemový faktor tvaru A/V:** 0,72 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

**Energeticky vztažná plocha:** 106,0 m<sup>2</sup>

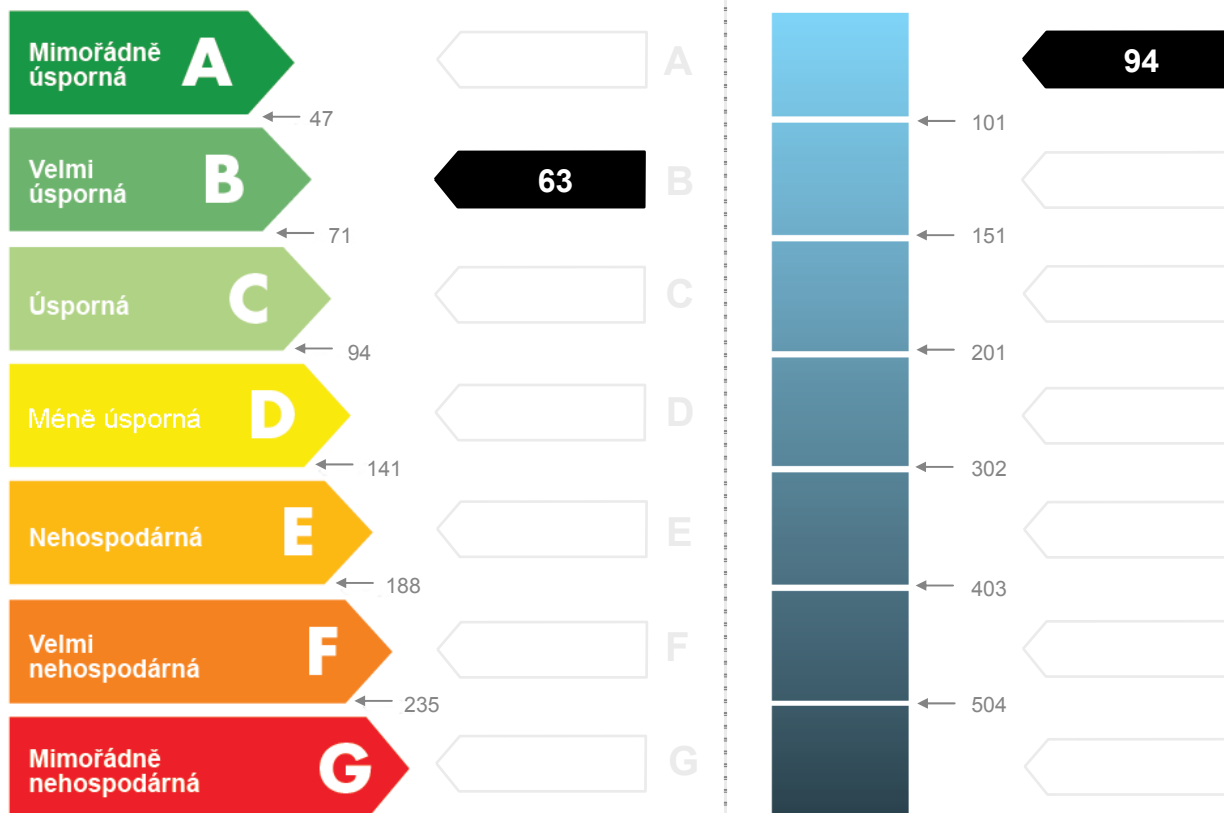


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

**Měrné hodnoty** kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



**Hodnoty pro celou budovu**  
MWh/rok

**6,709**

**9,984**

## DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena	Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou <b>Doporučení</b>
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>	
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>	
Střechu:	<input type="checkbox"/>	
Podlahu:	<input type="checkbox"/>	
Vytápění:	<input type="checkbox"/>	
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>	
Větrání:	<input type="checkbox"/>	
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>	
Jiné:	<input type="checkbox"/>	

## PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok



Elektřina ze sítě: 2,2	---
Zemní plyn: 3,0	Slunce a energie prostředí: 1,5
---	---
---	---
---	---
---	---

## UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	<b>U<sub>em</sub> W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>Dílčí dodané energie</b>		<b>Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)</b>			
Mimořádně úsporná							13
<b>A</b>							
<b>B</b>							
<b>C</b>	0,21					18	
<b>D</b>		29					
<b>E</b>							
<b>F</b>							
<b>G</b>							
Mimořádně neekonomická							
<b>Hodnoty pro celou budovu MWh/rok</b>		3,02	0,31			1,94	1,42

Zpracovatel: Marek Sluka

Kontakt:

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: 22.4.2014

Podpis: